

EINFLUSS DES VATERS
AUF GLIEDMASSENSTELLUNG UND KLAUENFORMEN,
SOWIE ABRIEBFESTIGKEIT UND WASSERGEHALT DES
KLAUENHORNES DER NACHKOMMEN

Peter Schneider

1981



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553807_0014

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene
Lehrstuhl für Tierzucht
der Tierärztlichen Fakultät der Universität
München

Vorstand: Prof. Dr. H. Kräußlich

EINFLUSS DES VATERS AUF GLIEDMASSENSTELLUNG UND KLAUENFORMEN,
SOWIE ABRIEBFESTIGKEIT UND WASSERGEHALT DES KLAUENHORNES DER
NACHKOMMEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Peter Schneider

aus

Ottobeuren-Leupolz

München 1980

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. J. von Sandersleben
Referent: Prof. Dr. H. Kräußlich
Korreferent: Prof. Dr. G. Dirksen

Tag der Promotion: 27. Februar 1981

Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Tierzuchtforschung e.V.
gefördert.



Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. EINLEITUNG	1
2. LITERATUR	3
2.1 Gliedmaßenstellung	3
2.2 Klauenformen	4
2.3 Messungen am Klauenschuh	7
2.4 Abrieb der Klauen	10
2.5 Wassergehalt des Klauenhornes	13
3. MATERIAL	16
4. METHODE	18
4.1 Beurteilung der Gliedmaßen	18
4.2 Beurteilung der Klauenformen	23
4.3 Winkel zwischen Dorsalwand und Sohlenfläche	28
4.4 Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand	29
4.5 Messung der Sohlenfläche	30
4.6 Präparation des Hornstreifens	31
4.7 Wassergehalt	35

	Seite
5. ERGEBNISSE	36
5.1 Gliedmaßenstellung	36
5.1.1 Gliedmaßenstellung der Vorderextremitäten	37
5.1.2 Gliedmaßenstellung der Hinterextremitäten	40
5.1.3 Verteilung von fehlerhaften Gliedmaßen- stellungen über die Nachkommengruppen	42
5.2 Klauenformen	43
5.2.1 Klauenformen an Vorder- und Hinterextre- mitäten	44
5.2.2 Verteilung pathologischer Klauenformen über die Nachkommengruppen	46
5.2.3 Prozentuale Häufigkeiten von Klauenformen bei bestimmten Gliedmaßenstellungen beim Deutschen Fleckvieh	47
5.3 Vorderwandwinkel	51
5.3.1 Umwelt und genetische Einflüsse	51
5.3.2 Beziehungen zwischen Vorderwandwinkel und Gliedmaßen- bzw. Klauenparametern beim Deutschen Fleckvieh	54

	Seite
5.4 Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachten- wand	57
5.4.1 Umwelt und genetische Einflüsse	57
5.4.2 Beziehungen zwischen dem Längenverhältnis und Gliedmaßen- bzw. Klauenparametern beim Deutschen Fleckvieh	63
5.5 Sohlenfläche	69
5.5.1 Umwelt und genetische Einflüsse	69
5.5.2 Beziehungen zwischen Sohlenfläche und Gliedmaßen- bzw. Klauenparametern beim Deutschen Fleckvieh	74
5.6 Korrelationen	79
5.7 Wassergehalt des Klauenhornes	82
5.8 Abrieb des Klauenhornes	84
6. DISKUSSION und SCHLUSSFOLGERUNGEN	89
6.1 Klauenmaße	89
6.2 Züchterische Nutzenanwendung	99
7. ZUSAMMENFASSUNG	107
8. SUMMARY	112
9. LITERATUR	116

1. EINLEITUNG

Moderne einstreulose Haltungssysteme stellen an den Bewegungsapparat der Rinder höhere Anforderungen als herkömmliche Aufstallungsformen. Bei fehlender Einstreu können schon kleine Mängel in der Stallbodenausführung erhebliche Klauenschäden verursachen.

Klauenhorn, das durch die Feuchtigkeit in den Laufställen aufquillt oder durch die Haltung auf Gitterrost sehr trocken und spröde wird, mazeriert leichter und wird für die Keimbesiedlung anfälliger.

Verminderte Tageszunahmen bei Masttieren, Abfall der Milchleistung bei Milchkühen oder vorzeitiger Abgang der Tiere sind häufige Folgen von Klauenschäden.

In Bayern steigt der Anteil der Rinder, die vorzeitig wegen Klauen- und Gliedmaßenschäden abgehen, von 0,3 % auf 4,5 % beim Deutschen Fleckvieh und von 0,8 % auf 5,3% beim Deutschen Braunvieh im Zeitraum von 1969 bis 1978.

(Jahresberichte des Landeskontrollverbandes in Bayern)

Deshalb soll in dieser Arbeit versucht werden, die züchterischen Einflußmöglichkeiten auf Gliedmaßen- und Kläuengesundheit zu untersuchen.

Leicht durchführbare und praxisnahe Methoden der Beurteilung von Gliedmaßen und Klauen werden ausgewählt.

Häufigkeiten von verschiedenen Gliedmaßenstellungen und Klauenformen sollen dokumentiert werden. Weiterhin soll auch untersucht werden, inwieweit adspektorische Beurteilungen am Klauenschuh durch objektive Messungen ersetzt werden können und ob diese Messungen Hinweise auf die Klauenstabilität liefern können. Da Merkmale nur dann züchterisch genutzt werden können, wenn sie genetisch verankert sind, werden Heritabilitätsschätzungen durchgeführt; die diskreten Merkmale werden auf signifikante Unterschiede zwischen den Nachkommengruppen untersucht.

Ziel dieser Arbeit ist es, adspektorische Methoden und einfache Meßmethoden auf ihre Brauchbarkeit für die züchterische Verbesserung der Klauengesundheit von Rindern zu untersuchen.

2. LITERATUR

2.1 Gliedmaßenstellung

In der Literatur fehlen Angaben über Verteilung von Gliedmaßenstellungen bei größerem Feldmaterial.

Nach ROSENBERGER (1970) gehen 75% aller Lahmheiten von den Klauen (einschließlich der gemeinsamen digitalen Beugesehnen-scheide) aus und 25% betreffen die übrige Extremität von der Fessel an aufwärts.

BERGER (1976) stellt den Anteil der Gliedmaßen- und Klauenschäden bei den Abgangsursachen von Besamungsbullen verschiedener Rassen an der Tierklinik Langensalza/DDR fest. Im Zeitraum von 12 Jahren müssen 10,1% von den selektierten Bullen wegen Gliedmaßen- und Klauenschäden geschlachtet werden, davon 5,7% wegen Schäden an den Gliedmaßen, 2,7% wegen Klauenerkrankungen und 1,7% wegen spastischer Parese.

Die Klauenform wird wesentlich von der Stellung der Gliedmaßen beeinflusst (GÜNTHER 1974). Fehlerhafte Gliedmaßenstellungen, die angeboren oder erworben sein können, führen zu einer ungleichmäßigen Belastung einzelner Klauenabschnitte.

Aus diesem Grund fordert DÜRRWAECHTER (1960), daß nur Tiere mit korrekter Gliedmaßenstellung zur Weiterzucht verwendet werden, da grobe Stellungsfehler die Nutzungsdauer verringern.

Zu derselben Schlußfolgerung kommen GÜNTHER et al. (1970), die in zwei Großbeständen in der DDR das Vorkommen und die Verhütung von Klauen- und Gliedmaßenkrankungen bei modernen Haltungsformen untersuchen. Rinder, die auf Vollrost oder Spaltenboden aufgestellt werden sollen, sind auf Eignung für die einstreulose Haltung zu selektieren. Tiere mit fehlerhafter Gliedmaßenstellung, besonders mit hochgradiger kuhhessiger Stellung und mit Klauendeformationen sind für die moderne Aufstallungsform nicht geeignet.

2.2 Klauenformen

ZIETSCHMANN (1918) kommt aufgrund vergleichender Untersuchungen zu der Erkenntnis, daß es sich bei Huf, Klaue, Krallen und Nagel um homologe Anhangsorgane der äußeren Haut handelt. Die Klaue stellt das Zehenorgan des Rindes dar und zeigt unilaterale Symmetrie. An jedem Fuß sind zwei Afterklauen ausgebildet. Die Klaue, das distale Zehenglied, setzt sich aus den zentral gelegenen Stützteilen, dem Kron- und Klauenbein und deren Hautüberzug zusammen. An jeder Klaue werden Saum, Krone, Wand, Ballen und Sohle unterschieden.

Da eine genaue Definition der verschiedenen Klauenformen für ein gegenseitiges Verstehen ausschlaggebend ist, haben SCHLEITER und GÜNTHER (1976) und ROSENBERGER (1970) die Klauenformen folgendermaßen definiert:

Unter "Normalklauen" verstehen sie Klauen, die hinsichtlich

ihrer Größe und Form dem Tier entsprechen. Form und Beschaffenheit weisen keine krankhaften Veränderungen auf. Der Vorderwandwinkel beträgt an Vorder- und Hinterextremitäten bei allen Klauen etwa 50° und das Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand ist 2 : 1.

Wenn die Klauenpflege vernachlässigt wird, entstehen sogenannte Stallklauen. ROSENBERGER (1970) versteht darunter Klauen mit überlanger Vorder- und Seitenwand. Pantoffelklauen sind länger und breiter als Normalklauen, und Schnabelschuhklauen haben eine zu lange Dorsalwand und eine aufgebogene Spitze, Scherenklauen erkennt man an ihrer zu langen Dorsalwand und ihren einwärtsgebogenen, einander sich kreuzenden Spitzen. Bei der Rollklaue wölbt sich die Seitenwand walzenförmig nach innen.

Als Spreizklaue wird nach ROSENBERGER (1970) das weite Auseinanderklaffen der Klauenspitzen schon bei normaler Belastung bezeichnet. Es ist eigentlich keine Formveränderung des Klauenschuhs, sondern Spreizklauen beruhen auf einer angeborenen oder erworbenen Schwächung der Zwischenzehenbänder.

Verschiedene Autoren beschreiben Umwelteinflüsse, die die Bildung pathologischer Klauenformen hervorrufen.

WESTHUES und BREUER (1964) und DIETZ und KOCH (1972) stellen fest, daß ein zu geringer Feuchtigkeitsgehalt des Klauenhorns, mangelnde Bewegung oder ungewohnte Fußbodenverhältnisse die Bildung pathologischer Klauenformen hervorrufen können.

PETERSEN (1933) macht die dauernde Stallhaltung der Rinder für die Bildung von pathologischen Klauenformen verantwortlich. Wachstum der Klauen und ihre natürliche Abnutzung können nicht ausgeglichen werden.

Spaltenbodenhaltung als auslösender Faktor für die Entstehung pathologischer Klauenformen stellen SCHMOLDT und HEYDEN (1973) fest. Bei 1.100 Tieren, die auf Spaltenboden gehalten werden, tritt eine vermehrte Abnutzung der Klauen ein, die eine Veränderung der Belastungsverhältnisse der Klauen mit sich bringt.

Bei Kälbern treten nach WALKOWIAK (1977) keine pathologischen Klauenformen auf. In diesem Lebensabschnitt läßt der starke und elastische Band-, Gelenk- und Sehnenapparat keine Herausbildung falscher Gliedmaßenstellungen zu und verhindert somit das Auftreten pathologischer Klauenformen.

Andere Autoren wiederum glauben, daß verschiedene Klauenformen erblich bedingt sind.

GREENOUGH (1963) glaubt, daß 17% aller Klauenveränderungen erblichen Ursprungs sind und zwar Pantoffelklauen zu 10% und Korkenzieherklauen zu 7%. Jedoch erst nach sorgfältiger Prüfung und Ausschaltung aller äußerer Ursachen kann nach seiner Meinung von angeborenen bzw. erbbedingten Klauendeformierungen gesprochen werden.

BOLLE (1957) ist der Überzeugung, daß Rollklauen vererbt werden. Trotz regelmäßiger Klauenpflege treten bei den Nachkommen

eines Rotbuntbullen aus Holland signifikant häufiger Rollklauen auf als bei den Vergleichstieren anderer Väter.

VAN SCHAİK (1952, 1960), BOUCKAERT et al. (1958) und SYBESMA (1960) (zit.n. WESTHUES und BREUER 1964) berichten über das gehäufte Vorkommen von Rollklauen bei schwarzbunten Niederungskühen in Holland und Belgien. Sie nehmen an, daß die Erblichkeit eine große Rolle spielt; denn trotz regelmäßiger und sorgfältiger Klauenpflege tritt immer nur eine vorübergehende Besserung ein, und die Nachkommen dieser Rinder zeigen dieselben Klauendeformierungen.

Da pathologische Klauenformen vererbt werden, verlangt PRENTICE (1973), daß Spreizklauenbildung in die Erbwertsprüfung als Beurteilungskriterium mit einbezogen wird.

DIETZ und KOCH (1972) gehen einen Schritt weiter und fordern deshalb, Vatertiere mit Rollklauen prinzipiell nicht zu kören und von der Zucht auszuschließen.

2.3 Messungen am Klauenschuh

Da bei der Nachkommenprüfung für Zuchttiere objektive Maßangaben über Größe und Form der Klauen fehlen, werden Messungen am Klauenschuh durchgeführt. Durch die Bestimmung des Vorderwandwinkels, des Längenverhältnisses von Dorsalwand zu Trachtenwand und der Sohlenfläche können Veränderungen am Klauenschuh festgestellt werden, die eine Beurteilung für die

Zuchttauglichkeit erleichtern sollen.

LEUENBERGER et al. (1978) beschreiben diese Methoden. Der Vorderwandwinkel wird mit einem modifizierten Winkelmesser zwischen Dorsalwand und Sohlenfläche gemessen. Die Länge des Klauenschuhes vom Kronsaum bis zum Tragrand wird an der Dorsal- und Trachtenwand mit einer Schublehre gemessen und so das Verhältnis bestimmt. Bei der Bestimmung der Sohlenfläche wird die Länge bzw. Breite der Klauen als Länge bzw. Breite des einschließenden Rechteckes gemessen. Zugleich werden die Fehler dieser Methoden erläutert.

Die Fehler bei der Bestimmung des Verhältnisses von Dorsalwand zu Trachtenwand sind gering, können also somit vernachlässigt werden, dasselbe gilt für die Sohlenfläche.

Bei der Bestimmung des Vorderwandwinkels treten keine Meßfehler auf. Somit können Verformungen des Klauenschuhes mit der Winkelgröße beschrieben werden.

Die Rasse hat nach FESZL (1968) keinen Einfluß auf Größe und Form des Klauenschuhes. Er macht an 2.640 Klauen von Fleckvieh- und Pinzgauerrindern Längen-, Breiten- und Bodenflächenmessungen. Dabei stellt er fest, daß sich kein signifikanter Unterschied zwischen diesen Rassen bei den Messungen am Klauenschuh ergibt.

GÜNTHER, PANNDORF und SCHLEITER (1970) stellen bei 21 Besamungsbullen der Rasse Deutsches Schwarzbuntes Rind eine absolute Übereinstimmung des Vorderwandwinkels zwischen lateraler und

medialer Klaue fest. Sie beobachten allerdings, daß die Klauen der Vordergliedmaßen teils spitzer, teils stumpfer gewinkelt sind als die der Hintergliedmaßen.

Vorderklauen sind nach Meinung von MÜLLER, SPINDLER und SCHLEITER (1976) spitzer gewinkelt als Hinterklauen. Bei ihren Messungen an den Klauen von Mastkälbern, die auf Vollspaltenboden gehalten werden, stellen sie weiter fest, daß Vorderklauen eine längere Vorderwand besitzen als Hinterklauen.

KNEZEVIC (1959) stellt bei Untersuchungen über bestimmte, das Hornwachstum fördernde Pharmaka fest, daß das Klauerhorn an den Hinterextremitäten schneller wächst als an den Vorderextremitäten, und daß die medialen Klauen die lateralen im Wachstum übertreffen.

Demgegenüber findet PRENTICE (1973), daß die Vorderextremitäten die Hinterextremitäten im Klauenwachstum übertreffen, und übereinstimmend mit den Ergebnissen von KNEZEVIC (1959), daß die medialen Klauen stärker wachsen als die lateralen.

Nach PFLUG (1978), der beim Deutschen Fleckvieh und Afrikanern, Brahmanen und Kreuzungen zwischen diesen Rassen die Länge der Klauensohle mißt, sind an den Vorderbeinen die medialen und an den Hintergliedmaßen die lateralen Klauen signifikant länger. MÜLLER et al. (1976) berechnen Korrelationen.

Der Vorderwandwinkel zeigt weder zu den Längenmaßen noch zu den Breitenmaßen eine einheitliche Korrelation. Hingegen stehen die

Länge der Vorderwand wie auch die Länge und Breite der Sohlenfläche in einem engen Zusammenhang.

2. 4 Abrieb der Klauen

Da der Abrieb des Klauenhorns als Parameter für die Stabilität der Klauen angesehen wird, werden von verschiedenen Autoren Methoden der Abriebmessung beschrieben.

SASSEN (1938) schneidet aus Pferdehufen mittels Säge und Messer Hornstreifen heraus. Die Streifen werden zwischen zwei Metallplatten eingeklemmt. Die für den Versuch hergestellte Apparatur besteht aus einer Rundscheibe mittlerer Körnung, die durch einen Elektromotor angetrieben wird und einen beweglichen Metallschlitten, der die Hornstreifen mit einem Gewicht von 1 kg gegen die Schleifscheibe drückt.

KOPPENHÖFER (1940) macht Abriebmessungen an Rinderklauen. Das Untersuchungsgerät ist ähnlich gebaut wie bei SASSEN (1938). Die Schleifbelastung beträgt 500 Gramm und die Schleifzeit 60 Sekunden.

CAMARA (1970) benutzt eine Apparatur, in der Klauenstücke mit einer Sohlenfläche von etwa 20 cm^2 60 Minuten lang mit einer Geschwindigkeit von $1,94 \text{ m/sec.}$ und einer Belastung von $0,101 \text{ kp/cm}^2$ über eine Betonfläche bewegt werden. Der Abrieb wird aus der Abnutzung in mm^3 Hornmasse berechnet.

PFLUG (1978) spannt präparierte Hornstreifen auf einen Schlitten,

der auf Kugellagern leicht beweglich ist. Der Schlitten wird mit einem Gewicht von 1 kg gegen die Schleifscheibe mittlerer Körnung gedrückt, die von einem Elektromotor mit 2.400 U/min. angetrieben wird. Der Abriebvorgang dauert 15 Sekunden.

PFLUG (1978) findet bei seinen Abriebversuchen gewisse, wenn auch bei seinem Material nicht signifikante Unterschiede in den Abriebwerten der Vorder- und Hinterextremitäten. Die Klauen der Hintergliedmaßen zeigen bei allen Tieren weniger Abrieb.

Da der Abrieb nach Meinung verschiedener Autoren vom Wachstum des Klauenhornes abhängt, befassen sich LUNGWITZ (1881) und FANKHÄNEL (1921) mit dem natürlichen Wachstum der Klaue (zwischen 0,14 mm und 0,34 mm pro Tag). Zwischen Vorder- und Hinterextremitäten und zwischen Innen- und Außenklauen bestehen keine signifikanten Unterschiede.

Unterschiede im täglichen Hornzuwachs und seinem Abnutzungsgrad findet SCHMIDT (1975) beim Vergleich zwischen Außen- und Innenklauen. An Vorder- und Hinterextremitäten sind Hornzuwachs und Abrieb medial größer als lateral.

DIETZ und KOCH (1972) bezeichnen das Wachstum des Klauenhornes als eine Stoffwechselleistung. Die monatliche Hornzubildung ist bei Hochleistungskühen am geringsten. Eine Steigerung der Milchleistung und des Fleischansatzes wirken sich zu Ungunsten des Hornwachstums aus. Kühe mit mittlerer Milchleistung haben die höchste, Jungkühe und hochtragende Tiere eine mittlere Hornzubildung.

Nach GRAVERT et al. (1969) und PFLUG (1978) hat die Rasse einen Einfluß auf den Klauenhornabrieb.

Bei 281 Jungbullen der Rassen Schwarzbunt, Rotbunt und Angler messen GRAVERT, ROSENHAHN, RIEMANN und CAMARA (1969) den Klauenabrieb und stellen fest, daß zwischen den Rassen signifikante Unterschiede bestehen.

PFLUG (1978), der vergleichende Messungen von Wachstum und Abrieb des Klauenhornes macht, stellt fest, daß die Rassen Afrikaner und Brahmanen geringere Werte für Wachstum und Abrieb von Klauenhorn zeigen als die Kreuzungen von Afrikanern und Brahmanen mit dem Deutschen Fleckvieh.

Weiter findet PFLUG (1978), daß die Bodenfläche einen Einfluß auf den Hornabrieb ausübt. Tiere, die auf sandigem Boden laufen, haben geringere Wachstums- und Abriebwerte als Tiere, die auf steinigem Boden leben.

Auch CAMARA (1970) und GRUNER (1972) halten den Stallboden als ausschlaggebend für die Größe des Klauenhornabriebes. Letzterer führt Untersuchungen an Mastbullen durch, von denen ein Teil bei Laufstallhaltung mit Stahlprofilen in T-Form bzw. auf berührungswarmen Stahlprofilen aus Polyäthylen gehalten werden. Der andere Teil wird in Anbindehaltung auf Kurzständen mit Kotrosten gehalten. Die Kotroste sind ebenfalls aus Stahlbeton bzw. aus berührungswarmem Polyäthylen gefertigt. Der Abrieb auf Polyäthylen ist relativ gering und es ergeben sich Ansätze zu

Stallklauenbildung im Vergleich zu Böden mit Stahl-T-Profilen. CAMARA (1970) mißt die Abriebgröße bei 16 verschiedenen Betonmischungen, wie sie im Stallbau verwendet werden.

Eine Quarzsand-Mischung erweist sich am günstigsten, eine Mischung mit grobem Tuffstein am ungünstigsten. Die Tuffsteinmischung bewirkt etwa den doppelten Abrieb wie die Quarzsandmischung. Der Zementanteil spielt dabei keine Rolle.

Den Einfluß des Wassergehaltes auf den Abrieb beschreibt PFLUG (1978). Nähere Angaben sind unter Punkt 2.5 zu ersehen.

GRAVERT, ROSENHAHN, RIEMANN und CAMARA (1969) glauben, daß der Abrieb nicht nur von Umwelteinflüssen abhängt, sondern genetisch verankert ist. Sie berechnen bei Jungbullen der Rassen Schwarzbunt, Rotbunt und Angler die Heritabilität für den Abrieb. Sie beträgt für den Abrieb von Klauenhorn 20%. Sie fordern deshalb eine züchterische Nutzung des Abriebes, um eine Selektion auf schlechte Klauenstabilität zu vermeiden.

2.5 Wassergehalt des Klauenhornes

CAMARA, GRAVERT (1971), KNEZEVIC (1964) und PFLUG (1968) machen Angaben über die Bestimmung des Wassergehaltes.

Während KNEZEVIC (1964) das Klauenhorn bei 120°C 20 Stunden lang bis zur Gewichtskonstanz trocknet, lagern CAMARA und GRAVERT (1971) die Hornstreifen 10 Stunden lang bei 120°C, PFLUG (1978) 20 Stunden lang bei 105°C im Trockenschränk.

KOVACS (1977) ist der Überzeugung, daß die Widerstandsfähigkeit des Hornes neben dem strukturellen Aufbau vor allem vom Feuchtigkeitsgehalt beeinflusst wird. Sinkt der Feuchtigkeitsgehalt unter 15%, wird das Horn unelastisch und Rißbildungen werden begünstigt. Ebenso ungünstig beurteilt er zu feuchtes Horn. Im feuchten Zustand nimmt die Schneidfestigkeit des Hornes ab und die Abnutzung nimmt zu.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt dabei der Anteil der Zwischenhornsubstanz. Sie bestimmt maßgeblich den Wassergehalt des Klauenhornes. CAMARA (1970) trocknet Klauen durch Branntkalk und kann einen um 24% reduzierten Abrieb gegenüber ungetrockneten Klauen feststellen, was zu einer deutlich größeren Widerstandsfähigkeit des Klauenhornes führt.

DIETZ, GÄNGEL und KOCH (1971) führen den unterschiedlichen Wassergehalt des Klauenhornes auf die Faltblattstruktur der Beta-keratine zurück, die chemisch der Hauptbestandteil des Rinderhornes sind. Die reversible Wasseraufnahme infolge der Faltblattstruktur beeinflusst die Elastizität und Härte der Klauen.

PFLUG (1978) beschreibt den Einfluß der Feuchtigkeit auf den Abrieb des Klauenhornes. Zu niedriger wie auch zu hoher Feuchtigkeitsgehalt führen zu höheren Abriebwerten.

Die Rasse hat nach FRITSCH (1966) keinen Einfluß auf den

Wassergehalt. Im Wandhorn findet er bei Kühen einen Wassergehalt von 15% bis 20%, im Sohlenhorn von 15% bis 25%.

MÄRTENS (1976) findet bei verschiedenen Lokalisationen unterschiedliche Werte für die Sohlenfeuchte. Der niedrigste Wert wird für Vorderklauen bei Anbindehaltung im Stall ermittelt. Die höchste Sohlenfeuchte ergibt sich an den Hinterklauen, ebenfalls bei Anbindehaltung im Stall.

Übereinstimmend wird in der Literatur beschrieben, daß die Haltungsform bzw. Aufstellungsart den Wassergehalt des Klauenhornes beeinflusst.

MÜLLER (1976) macht Untersuchungen bei verschiedenen strohlosen Haltungsvarianten. Bei extrem trockenen Haltungsbedingungen liegt der Feuchtigkeitsgehalt zwischen 14% und 17%; bei Laufstallhaltung hat das Klauenhorn von Mastbullen einen durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt von ca. 30%.

Nach KNEZEVIC (1971) sinkt der Wassergehalt bei Klauen in Gitterrostställen vom Normalwert - etwa 20% - auf 10% bis 15% ab, während er bei Laufstallhaltung ansteigt. Bei unhygienischer Haltung und stauender Bodenfeuchtigkeit steigt die Feuchtigkeit im Sohlenhorn bis zu 37%, nach PIETZSCH und SCHAUER (1971) sogar bis zu 69% an.

3. MATERIAL

Die Untersuchungen werden an 527 Söhnen von Prüfstieren verschiedener bayerischer Besamungsstationen durchgeführt.

Bei den Vatertieren sind die beiden Rassen Deutsches Fleckvieh (DFV) mit 34 und Deutsches Braunvieh (DBV) mit 10 Tieren vertreten.

Je Vatertier werden durchschnittlich 15 Söhne (± 3 Tiere) im Alter von 30 Tagen aufgekauft und an der Nachkommenprüfanstalt Westerschondorf (Landsberg/Lech) bis zum Alter von 450 bzw. 500 Tagen gemästet.

Die Tiere wiegen bei der Schlachtung zwischen 500 kg und 600 kg.

Die Haltungsform und Fütterung ist bis zum Lebensalter von einem Jahr bei allen Mastbullen einheitlich, eine Klauenpflege wird grundsätzlich nicht durchgeführt.

Die Kälber werden sechs Wochen lang mit Milchaustauscher getränkt. Zusätzlich erhalten sie einen Kälberstarter und Heu.

Nach der Entwöhnung ab dem 112. Lebenstag werden alle Versuchstiere mit Maissilage und Heu als Grundfutter, Bullenkorn und Getreideschrot gefüttert. Ausreichende Mineralfuttermgaben und Salzlecksteine ergänzen die Ration.

Während der ersten sechs Wochen stehen die neuzugekauften Kälber in Anbindehaltung auf Stroh Einstreu, danach werden sie in Gruppen zu 12 Tieren im Tieflaufstall gehalten. Als Einstreu in den Boxen dienen Stroh, Hobelspäne und Sägemehl.

Ab dem 196. Tag kommen alle Mastbullen in einen Boxenlaufstall mit Vollspaltenboden.

Im Alter von einem Jahr bis zur Schlachtung werden die Tiere in zwei Gruppen aufgeteilt. Eine Gruppe bleibt im Vollspaltenbodenlaufstall, die andere wird in Anbindehaltung in einem Kurzstand mit Teilspaltenboden gehalten.

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Tiere, nach Rassen getrennt, auf beiden Aufstallungsformen.

Tabelle 1: Verteilung der Tiere auf die beiden Haltungsformen

Haltungsform	DFV Anzahl der Söhne	DBV Anzahl der Söhne
Vollspaltenboden	205	50
Teilspaltenboden	233	39

Am 450. bzw. 500. (± 4 Tage) werden die Versuchstiere an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub geschlachtet.

Der Versuch beginnt im Mai 1978 und endet im Juni 1979.

4. METHODE

4.1 Beurteilung der Gliedmaßen

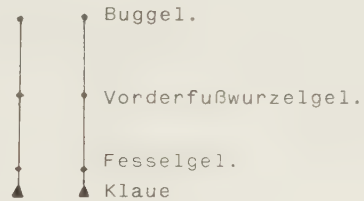
Einen Tag vor der Schlachtung werden die Tiere von Westerschondorf an die Landesanstalt nach Grub gebracht.

Unmittelbar vor der Schlachtung wird die Beurteilung der Vorder- und Hintergliedmaßen nach folgenden Gesichtspunkten durchgeführt. Bei den Zeichnungen wird das Ellbogengelenk nicht dargestellt.

Beurteilung der Vordergliedmaßen:

a) von vorne:

- regelmäßige Stellung:
die Gliedmaßen unterstützen den Körper senkrecht.



- bodenweite Stellung:
die Gliedmaßen laufen gestreckt nach unten und außen.



- bodenenge Stellung:
die Gliedmaßen verlaufen gestreckt nach unten und innen.



- zehenenge Stellung:

beide Zehen sind nach
innen gerichtet.



- zehenweite Stellung:

beide Zehen sind nach
außen gerichtet.



- x-beinige Stellung:

die Vorderfußwurzelge-
lenke stehen sehr nahe an-
einander, die Gliedmaßen
verlaufen unterhalb des
Vorderfußwurzelgelenkes
nach außen.



- o-beinige Stellung:

die Vorderfußwurzelgelenke
stehen sehr weit ausein-
ander, die Gliedmaßen ver-
laufen unterhalb des Vorderfuß-
wurzelgelenkes nach innen.



b) von der Seite:

- regelmäßige Stellung:
die Gliedmaßen unterstützen
den Körper senkrecht.



- vorständige Stellung:
die Gliedmaßen sind bei
gestrecktem Vorderfuß-
wurzelgelenk nach vorn
gerichtet.



- rückständige Stellung:
die Gliedmaßen sind bei
gestrecktem Vorderfuß-
wurzelgelenk nach hinten
gerichtet.



- vorbiegige Stellung:
die Gliedmaßen sind vom Vorder-
fußwurzelgelenk ab nach
vorn gerichtet.



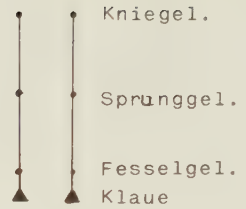
- rückbiegige Stellung:
die Gliedmaßen sind vom
Vorderfußwurzelgelenk ab
nach hinten gerichtet.



Beurteilung der Hintergliedmaßen:

a) von hinten:

- regelmäßige Stellung:
die Gliedmaßen unterstützen den Körper senkrecht.



- bodenenge Stellung:
die Gliedmaßen verlaufen gestreckt nach unten innen.



- bodenweite Stellung:
die Gliedmaßen verlaufen gestreckt nach unten außen.



- faßbeinige Stellung:
die Sprunggelenke sind sehr weit gestellt.



- kuhhessige Stellung:
die Sprunggelenke sind sehr nahe aneinander



b) von der Seite:

- regelmäßige Stellung:
der Sprunggelenkshöcker
befindet sich senkrecht
unter dem Sitzbeinhöcker.



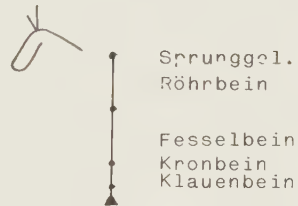
- vorständige Stellung:
die Gliedmaßen stehen
nach vorn unter dem
Körper.



- rückständige Stellung:
die Gliedmaßen sind nach
hinten gestellt.



- steile Stellung:
Röhrbein, Fesselbein und
Klauenbein bilden eine
Linie.



- bärenfüßige Stellung:
das Fesselbein steht
mehr oder weniger
waagrecht, die Zehenachse
ist gebrochen.



4.2 Beurteilung der Klauenformen

Bei der Beurteilung der Klauenformen werden folgende Formen unterschieden:

- Normalklauen (s. Abb. 1)
- Pantoffelklauen (s. Abb. 2)
- Schnabelschuhklauen (s. Abb. 3)
- Korkenzieherklauen (s. Abb. 4)
- Scherenklauen (s. Abb. 5)
- Rollklauen (s. Abb. 6)
- Spreizklauen (s. Abb. 7)

Abb. 1: Normalklaue



Abb. 2: Pantoffelklaue

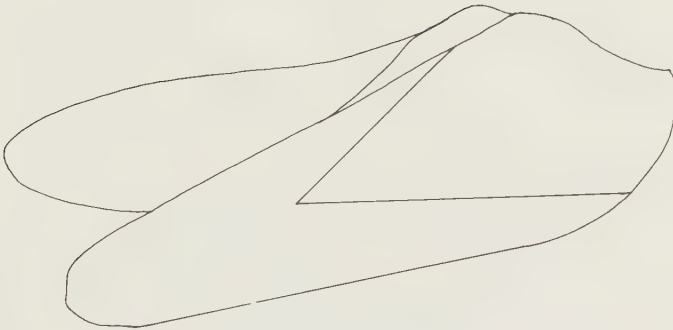


Abb. 3: Schnabelschuhklaue



Abb. 4: Korkenzieherklaue

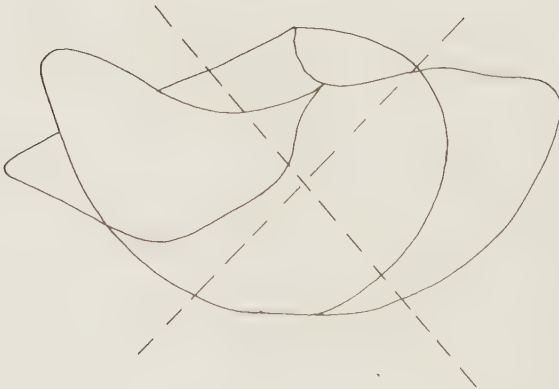


Abb. 5: Scherenklaue

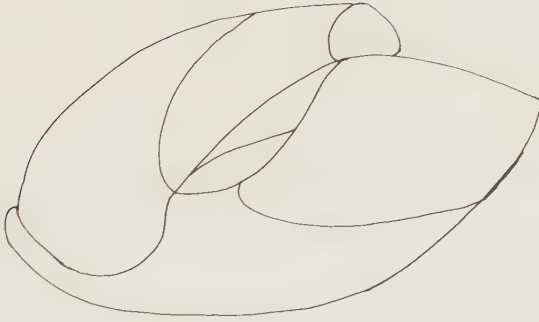


Abb. 6: Rollklaue

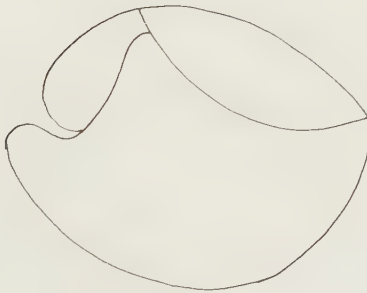
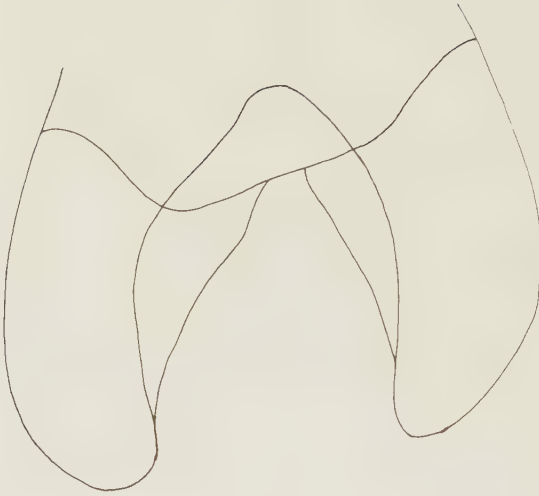


Abb. 7: Spreizklaue



4.3 Winkel zwischen Dorsalwand und Sohlenfläche

Nach der Schlachtung der Tiere werden die Gliedmaßen am Vorderfußwurzelgelenk bzw. Sprunggelenk abgesetzt und die Messungen durchgeführt.

Der Winkel zwischen Dorsalwand und Sohlenfläche wird mit dem Winkelmesser nach Kästner (GÜNTHER 1974) gemessen.

Dieser Winkelmesser besteht aus einer Winkelprofil-Leichtmetallschiene, an deren Ende ein Plastikwinkelmesser angebracht ist. Die Führungsschiene wird in Längsrichtung über die Sohlenfläche einer Klaue gelegt.

Nachdem der Winkelmesser mit der Unterkante parallel zur Dorsalwand eingestellt ist, kann der Grad des Winkels an der Aussparung, die sich am vorderen Ende der Führungsschiene befindet, abgelesen werden (s. Abb. 8).

Abb. 8: Messung des Winkels zwischen Dorsalwand und Sohlenfläche (Grad)



Der Winkel wird bei diesem Versuch an der Außenklaue der linken Vordergliedmaße, bzw. an der Innenklaue der rechten Hintergliedmaße gemessen.

4.4 Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand

Mit einer Schublehre wird der Abstand zwischen Sohlenfläche und Kronsaum an der Dorsalwand bzw. an den Trachten in Zentimetern gemessen (s. Abb. 9).

Abb. 9: Messung des Längenverhältnisses von Dorsalwand zu Trachtenwand (cm)



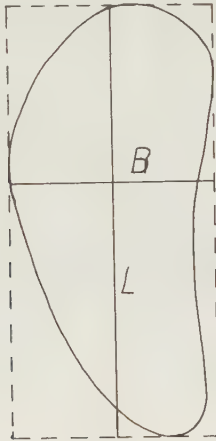
Das Verhältnis wird gemessen an der vorderen linken Außen- und Innenklaue und an der hinteren rechten Außen- und Innenklaue.

4.5 Messung der Sohlenfläche

Die Sohlenfläche wird nach der Methode von Fesz1 gemessen (FESZL 1968).

Die Länge bzw. Breite der Klaue wird als Länge bzw. Breite des einschließenden Rechteckes gemessen (s. Abb. 10).

Abb. 10: Messung der Sohlenfläche (cm^2)



Die Sohlenfläche wird gemessen an der Außen- und Innenklaue der linken Vorderextremität und an der Außen- und Innenklaue der rechten Hinterextremität.

4.6 Präparieren eines Hornstreifens für den Abriebversuch von Klauenhorn

Von der Dorsalseite des Klauenschuhes werden mit einer Bandsäge Streifen herausgeschnitten, die ungefähr 2 - 3 cm breit sind (s. Abb 11). Diese Streifen werden in Plastikbeutel verpackt, mit Nummern versehen und anschließend mit dem PKW von Grub nach Kempten gebracht.

Hier werden die Hornstreifen mit einer feinen Bandsäge (s. Abb. 13) und einer Handfeile auf 5 cm Länge, 1,5 cm Breite und 0,5 cm Dicke präpariert (s. Abb 12 und 14).

Abb. 11: Lokalisation der Hornstreifen

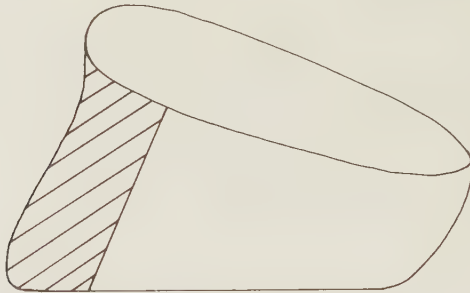


Abb. 12: Präparation der Hornstreifen

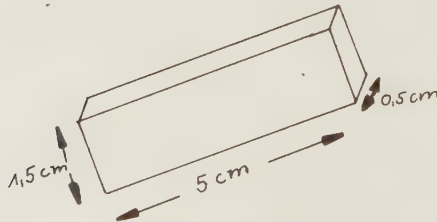
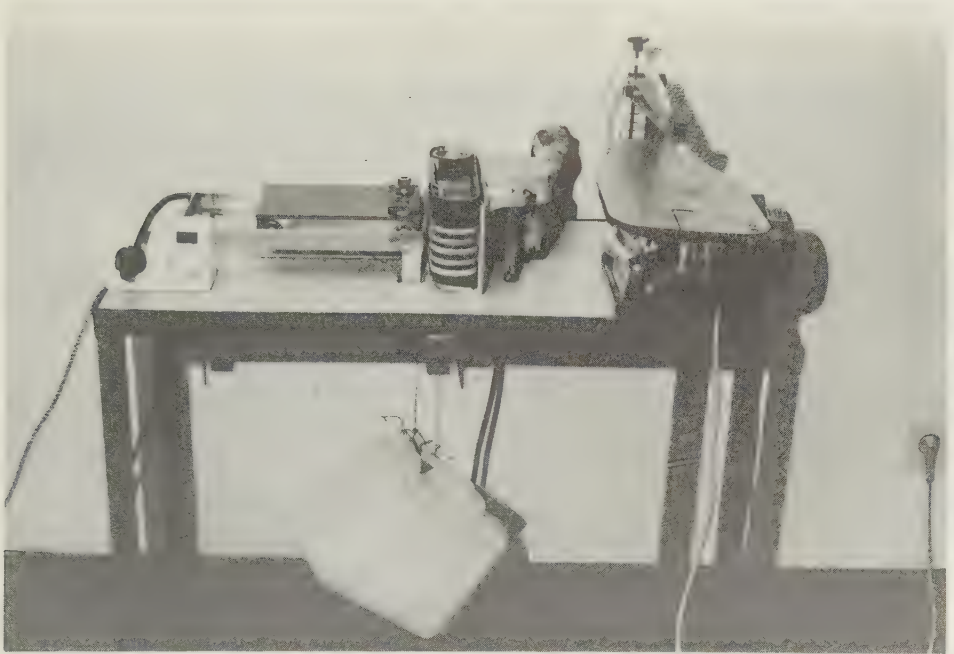


Abb. 13: Bandsäge und Klauenabriebmaschine



Anschließend wird der Abrieb auf einer Klauenabriebmaschine ermittelt (s. Abb.13 und 15).

Die Hornstreifen werden auf einem Schlitten festgeklemmt, der auf Kugellagern leicht beweglich ist.

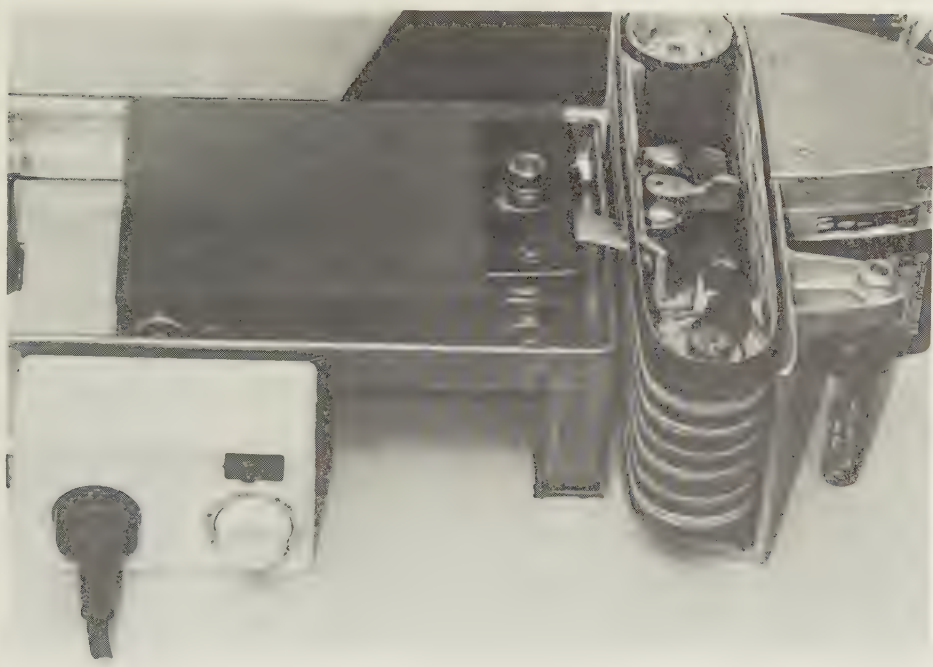
Ungefähr 2/3 des Hornstreifens überragen das vordere Ende des Schlittens. Mit einem konstanten Gewicht von einem Kilogramm wird der Schlitten gegen die Schleifscheibe mittlerer Körnung gedrückt, die von einem Elektromotor mit 2.400 U/min angetrieben wird.

Abb. 14: Präparation eines Hornstreifens mit der Bandsäge



Eine Zeituhr begrenzt den Abriebvorgang auf 15 Sekunden, wobei bei jedem Abriebversuch die Schleifscheibe erneuert wird (s. Abb. 15).

Abb. 15: Abriebvorgang



Der Abriebverlust wird durch Messungen der Hornstreifenlänge vor und nach dem Abriebvorgang mit einer Schublehre ermittelt.

4.7 Wassergehalt

Nach dem Abriebversuch wird der Hornstreifen mit einer analytischen Waage gewogen und 16 Stunden bei einer Temperatur von 105°C im Trockenschrank getrocknet.

Nach dem Trocknungsvorgang wird der Hornstreifen wieder gewogen und aus der Differenz der Wassergehalt festgestellt.

Die Messung des Abriebes und die Bestimmung des Wassergehaltes wird von PFLUG (1978) nach derselben Methode durchgeführt.

5. ERGEBNISSE

5.1 Gliedmaßenstellung

Die Gliedmaßenstellung wird adspektorisch beurteilt. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Gliedmaßenstellungen können damit erfaßt werden.

Da keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen zu finden sind, kann der Einfluß der Aufstallung am Gesamtmaterial untersucht werden. Zwischen den beiden Aufstallungsformen kann jedoch kein signifikanter Einfluß festgestellt werden. Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Gliedmaßenstellungen von Vorder- und Hinterextremitäten getrennt nach Rasse und Aufstallungsform. Bei durchschnittlich 42 % der beurteilten Bullen werden weder an Vorder- noch an Hintergliedmaßen Unregelmäßigkeiten festgestellt. Etwa 6 % der Bullen weisen eine fehlerhafte Gliedmaßenstellung an Vorder- und Hinterextremitäten auf. Bei den nachstehenden Tabellen werden folgende Abkürzungen verwendet:

DFV	=	Deutsches Fleckvieh
DBV	=	Deutsches Braunvieh
I	=	Teilspaltenboden
V	=	Vollspaltenboden

Tabelle 2: Gliedmaßenstellung der Vorder- und Hinterextremität,
aufgegliedert nach Rasse und Aufstallungsform (n = 527)

Gliedmaßenstellung	% Tiere			
	DPA n = 338	DBA n = 39	F n = 272	V n = 258
vo. u. hi. regelm.	42	43	41	43
vo. u. hi. fehlerh.	8	8	8	8
vo.regelm.,hi.fehlerh.	27	27	26	27
vo.fehlerh.,hi.regelm.	23	22	25	22

5.1.1 Gliedmaßenstellung der Vorderextremitäten

Bei 80% bis 90 % der Tiere ist die Stellung der Vordergliedmaßen von vorne gesehen regelmäßig. Die häufigsten fehlerhaften Stellungen sind bei beiden Rassen und Aufstallungsformen die x-Beinigkeit und die bodenweite Stellung (Tabelle 3).

Tabelle 3: Gliedmaßenstellung der Vorderextremität von vorne
gesehen, aufgegliedert nach Rassen und Aufstellungs-
form (n = 527)

Gliedmaßenstellung	% Tiere			
	DFV n = 438	DBV n = 89	T n = 272	V n = 255
regelmäßig	83	89	81	86
bodenweit	4	5	5	5
bodeneng	3	1	4	2
zehenweit	1	1	1	1
zeheneng	1	1	1	1
x - beinig	6	3	7	4
o - beinig	2	0	1	1

Wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, findet sich bei durchschnittlich 95% der beurteilten Bullen eine regelmäßige Stellung der Vordergliedmaße von der Seite gesehen.

Tabelle 4: Gliedmaßenstellung der Vorderextremität von der Seite gesehen, aufgegliedert nach Rasse und Haltung (n = 527)

Gliedermaßenstellung	% Tiere			
	DFV n = 438	DBV n = 89	T n = 272	V n = 255
regelmäßig	94	96	96	96
vorständig	3	3	2	3
rückständig	1	1	1	1
vorbiegig	1	0	1	0
rückbiegig	1	0	0	0

5.1.2 Gliedmaßenstellung der Hinterextremitäten

Bei der Beurteilung der Gliedmaßenstellungen fällt auf, daß die Hintergliedmaßen von hinten und von der Seite gesehen bei weniger Tieren regelmäßig sind als die Vordergliedmaßen.

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der Beurteilung der Hintergliedmaßen von hinten gesehen. Bemerkenswert ist der relativ große Prozentsatz von Tieren mit Faßbeinigkeit.

Tabelle 5: Gliedmaßenstellung der Hinterextremität von hinten gesehen, aufgegliedert nach Rasse und Haltung (n = 527)

Gliedmaßenstellung	% Tiere			
	DFV N = 438	DBV n = 89	T n = 272	V n = 255
regelmäßig	79	79	77	80
bodeneng	4	6	6	4
bodenweit	5	3	4	5
faßbeinig	11	11	12	10
kuhhessig	1	1	1	1

Bei der Beurteilung der Hintergliedmaße von der Seite fällt bei beiden Rassen und Haltungsformen der hohe Anteil von Tieren mit steiler Stellung und Bärenfüßigkeit auf (Tabelle 6).

Steile Stellung tritt beim DFV signifikant häufiger auf als beim DBV. Auch die Aufstallungsform übt einen Einfluß auf die Gliedmaßenstellung der Hinterextremität aus. Bei Teilspaltenbodenhaltung weisen signifikant weniger Bullen regelmäßige Stellung auf; Bärenfüßigkeit tritt bei Teilspaltenbodenhaltung signifikant häufiger auf als bei Vollspaltenbodenhaltung.

Tabelle 6: Gliedmaßenstellung der Hinterextremitäten von der Seite gesehen, aufgegliedert nach Rasse und Haltung
(n = 527)

Gliedermaßenstellung	% Tiere			
	DFV n = 438	DBV n = 89	T n = 272	V n = 255
regelmäßig	71	81	68 ⁺⁺	78 ⁺⁺
vorständig	0	0	0	0
rückständig	0	0	0	0
steil	9 ⁺⁺⁺	1 ⁺⁺⁺	7	8
bärenfüßig	20	18	25 ⁺⁺	14 ⁺⁺

⁺⁺ $p < 0,01$

⁺⁺⁺ $p < 0,001$

5.1.3 Verteilung der Faßbeinigkeit, steilen Stellung und Bärenfüßigkeit über die Nachkommengruppen

In Tabelle 7 werden die prozentualen Unterschiede in der Verteilung der häufigsten Gliedmaßenstellungen zwischen den Nachkommengruppen beim DFV und DBV beschrieben.

Die Verteilungsform zeigt, daß Faßbeinigkeit und steile Stellung in den meisten Nachkommengruppen zwischen 11% und 20% auftreten. Eine Ausnahme machen Deutsche Fleckviehbullen mit Bärenfüßigkeit. Hier treten in 12 Nachkommengruppen bei 21% bis 30% der Tiere Bärenfüßigkeit auf. Mit einem Chi-Quadrat-Test wird auf Gleichverteilung der fehlerhaften Gliedmaßenstellungen zwischen den Nachkommengruppen getestet. Zwischen den Aufstallungsformen wird nicht unterschieden. Beim DBV wird wegen der geringen Tierzahl auf den Chi-Quadrat-Test verzichtet. Bei Faßbeinigkeit sind signifikante Unterschiede zu finden.

Tabelle 7: Verteilung der Faßbeinigkeit, steilen Stellung und Bärenfüßigkeit über die Nachkommengruppen
(Anzahl der Nachkommengruppen: DFV = 34, DBV = 10)

Gliedermaßen- stellung	Anteil der Tiere in der Nachkommengruppe										Sign.
	0% - 10%		11%-20%		21%-30%		31%-40%		>40%		
	DFV	DBV	DFV	DBV	DFV	DBV	DFV	DBV	DFV	DBV	
Faßbeinigkeit	10	5	18	2	2	2	3	1	1	0	p<0,05
steile Stellung	14	9	11	1	7	0	1	0	1	0	n.s.
Bärenfüßigkeit	2	5	10	2	12	1	5	1	5	1	n.s.

5.2 Klauenformen

Zuerst werden die Klauenformen adspektorisch beurteilt. Mit Hilfe dieser Beurteilung sollen die Häufigkeiten des Vorkommens verschiedener Klauenformen dokumentiert werden. In weiteren Untersuchungen werden dann Maße wie Vorderwandwinkel, Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand und Sohlenfläche für den Klauenschuh ermittelt.

Da bei den Klauenformen kein signifikanter Unterschied zwischen den Rassen besteht, kann der Einfluß der Aufstallung am Gesamtmaterial untersucht werden. Zwischen beiden Aufstallungsformen kann kein signifikanter Einfluß festgestellt werden.

Tabelle 8 zeigt die Verteilung der Klauenformen der Vorder- und Hinterextremitäten, getrennt nach Rasse und Haltungsart. Ungefähr 30% der Tiere haben an Vorder- und Hintergliedmaßen regelmäßige bzw. pathologische Klauenformen.

Tabelle 8: Klauenformen der Vorder- und Hinterextremitäten, aufgegliedert nach Rasse und Haltung (n = 527)

Klauenformen	% Tiere			
	DFV	DBV	T	V
	n = 438	n = 89	n = 272	n = 255
vo.u.hi. regelm.	31	30	29	33
vo.u.hi. fehlerh.	29	29	31	27
vo.regelm.,hi.fehlerh.	17	19	19	16
vo.fehlerh.,hi.regelm.	23	22	21	24

5.2.1 Klauenformen an Vorder- und Hinterextremitäten

Das prozentuale Auftreten der wichtigsten Klauenformen an Vorder- bzw. Hinterextremitäten wird aus Tabelle 9 ersichtlich.

Beim DFV und DBV treten an den Hintergliedmaßen signifikant häufiger Rollklauen auf, während an den Vordergliedmaßen bei der Rassen signifikant häufiger Spreizklauen und Scherenklauen zu finden sind. Bei Teilspaltenbodenhaltung treten an den Vordergliedmaßen signifikant häufiger Scherenklauen und an den Hinter-

gliedmaßen signifikant häufiger Rollklauen auf als bei Vollspaltenbodenhaltung.

Tabelle 9: Klauenformen der Vorder- und Hinterextremitäten, aufgegliedert nach Rasse und Haltung (n = 527)

Klauenformen	Anteil Tiere %							
	Vordergliedmaßen				Hintergliedmaßen			
	DFV	DBV	T	V	DFV	DBV	T	V
	n =	n =	n =	n =	n =	n =	n =	n =
	438	89	272	255	438	89	272	255
regelmäßig	41	48	46	54	54	54	45	63
Pantoffelklauen	4	2	7	1	2	0	3	1
Schnabelschuhklauen	1	0	1	0	2	0	2	2
Korkenzieherklauen	1	1	1	1	1	0	1	1
Scherenklauen	17 ⁺⁺	16 ⁺⁺	22 ⁺⁺	10 ⁺⁺	7 ⁺⁺	3 ⁺⁺	8	4
Rollklauen	3 ⁺⁺	2 ⁺⁺	4	2	14 ⁺⁺	25 ⁺⁺	19 ⁺⁺	12 ⁺⁺
Spreizklauen	29 ⁺⁺	30 ⁺⁺	13	30	15 ⁺⁺	16 ⁺⁺	15	15
Roll-u.Spreizkl.	0	0	1	0	1	1	2	0
Scheren-u.Rollkl.	1	0	1	1	3	1	4	1
Scheren-u.Spreizkl.	3	1	4	1	1	0	1	1

⁺⁺p < 0,01

5.2.2 Verteilung pathologischer Klauenformen über die Nachkommengruppen

Tabelle 10 beschreibt die prozentuale Verteilung der häufigsten pathologischen Klauenformen in den Nachkommengruppen.

Der Anteil der Nachkommen, bei denen weniger als 10% der Tiere Scherenklauen an der Vorderextremität bzw. Spreizklauen an der Hinterextremität aufweisen, beträgt beim DFV 27% und beim DBV 40%, bei 18% der Nachkommengruppen des Deutschen Fleckviehs und bei 20% des Deutschen Braunviehs haben weniger als 10% der Tiere an den Hintergliedmaßen Rollklauen.

In der Verteilungsstruktur treten zwischen beiden Rassen Unterschiede auf. In 10 Nachkommengruppen des DFV treten bei 31% - 40% der Tiere an der Vorderextremität Scherenklauen auf, in elf Nachkommengruppen bei 21% bis 30% der Tiere an der Vordergliedmaße Spreizklauen und an der Hintergliedmaße Rollklauen.

Mit einem Chi-Quadrat-Test wird auf Gleichverteilung der pathologischen Klauenformen zwischen den Nachkommengruppen getestet. Beim DBV wird wegen der geringen Tierzahl auf den Chi-Quadrat-Test verzichtet. Zwischen den einzelnen Nachkommengruppen können aber keine signifikanten Unterschiede gefunden werden.

Tabelle 10: Verteilung von Scherenklauen, Spreizklauen und Rollklauen über die Nachkommengruppen
(Anzahl Nachkommengruppen: DFV: 34 und DBV: 10)

Klauenformen	Anteil Tiere in der Nachkommengruppe					
	0%-10%	11%-20%	21%-30%	31%-40%	40%-50%	>50%
	DFV DBV	DFV DBV	DFV DBV	DFV DBV	DFV DBV	DFV DBV
Scherenkl. vo.	9 4	8 2	4 2	10 1	2 0	1 1
Spreizkl. vo.	2 1	0 3	11 3	9 1	5 0	7 2
Spreizkl. hi.	9 4	9 3	9 1	4 1	3 0	0 1
Rollkl. hi.	6 2	9 3	11 1	6 1	1 2	1 1

5.2.3 Prozentuale Häufigkeiten bei bestimmten Gliedermaßenstellungen

Tabelle 11 beschreibt die Verteilung bestimmter Klauenformen an den Vordergliedmaßen beim DFV, die bei regelmäßiger Gliedermaßenstellung, von vorne und von der Seite gesehen, auftreten, getrennt nach Aufstellungsform. Die Rasse DBV wird bei den Untersuchungen in den Tabellen 11 bis 13 aufgrund des geringen Tiermaterials nicht berücksichtigt. Ebenso werden nur die drei am häufigsten auftretenden pathologischen Klauenformen ausgewertet. Bei Teilspaltenbodenhaltung treten an der Vordergliedmaße signifikant mehr Scherenklauen und weniger Spreizklauen auf als bei Vollspaltenbodenhaltung.

Tabelle 11: Prozentuale Häufigkeiten von Klauenformen bei regelmäßiger Vordergliedmaßenstellung beim DFV, aufgegliedert nach Aufstallungsform

Aufstallungs- form	Klauenformen			
	regelm.	Scherenkl.	Rollkl.	Spreizkl.
Teilspaltenboden (n = 150)	42%	27%+++	4%	27%+++
Vollspaltenboden (n = 162)	48%	8%+++	2%	42%+++

+++p < 0,001

Dieselben Berechnungen werden auch für die Hintergliedmaßen durchgeführt. Hier treten bei Vollspaltenbodenhaltung signifikant häufiger regelmäßige Klauen auf als bei Teilspaltenbodenhaltung (Tabelle 12).

Tabelle 12: Prozentuale Häufigkeiten von Klauenformen bei regelmäßiger Hintergliedmaßenstellung beim DFV, aufgeteilt nach Aufstallungsform

Aufstallungs- form	Klauenformen			
	regelm.	Scherenkl.	Rollkl.	Spreizkl.
Teilspaltenboden (n = 148)	47%+++	12%	18%	23%
Vollspaltenboden (n = 152)	66%+++	7%	12%	15%

+++
 $p < 0,001$

Bei der folgenden Berechnung werden beide Aufstallungsformen gemeinsam ausgewertet, da bei einer Aufgliederung nach Haltungsforn die Zahlen für eine Auswertung zu gering sind.

Tabelle 13 zeigt das Auftreten bestimmter Klauenformen bei verschiedenen Gliedmaßenstellungen an der Hintergliedmaße des DFV. Für die entsprechende Auswertung an der Vordergliedmaße reicht das Datenmaterial nicht aus.

Auch hier werden nur die drei bedeutenden Gliedmaßenfehlstellungen und pathologische Klauenformen dargestellt.

Bei steiler Stellung treten regelmäßige Klauenformen signifikant häufiger und Spreizklauen signifikant seltener auf als bei nor-

maler Gliedmaßenstellung. Regelmäßige Klauenformen kommen bei Bärenfüßigkeit signifikant geringer vor.

Tabelle 13: Prozentuale Häufigkeiten von Klauenformen bei verschiedenen Gliedmaßenstellungen der Hinterextremität beim DFV

Gliedermaßenstellung	Klauenformen			
	regelm.	Scherenkl.	Rollkl.	Spreizkl.
regelmäßig (n = 300)	57% ⁺⁺	9%	15%	19% ⁺⁺⁺
steile Stellung (n = 36)	76% ⁺⁺	4%	16%	4% ⁺⁺⁺
Bärenfüßigkeit (n = 67)	38% ⁺⁺	8%	26%	28%
Faßbeinigkeit (n = 37)	55%	10%	20%	15%

⁺⁺ $p < 0,01$

⁺⁺⁺ $p < 0,001$

5.3 Vorderwandwinkel

5.3.1 Umwelt und genetische Einflüsse

Der Vorderwandwinkel ist ein Maß für die Winkelung des Klauenschuhs. Allerdings entstehen Winkelveränderungen bei vernachlässigter Klauenpflege, so daß der Vorderwandwinkel auch ein Kriterium für die Klauenpflege sein kann.

Da bei dem vorliegenden Material keine Klauenpflege durchgeführt wird, sind die Bedingungen für alle Tiere gleich.

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Vorderwandwinkel an der linken vorderen Innenklaue und rechten hinteren Außenklaue gemessen. Mit Hilfe eines t-Testes wird zunächst festgestellt, ob bei verschiedenen Rassen und Aufstallungsformen bei der Winkelgröße ein Unterschied zwischen Vorder- und Hinterextremität besteht. Tabelle 14 zeigt, daß beim DFV, das auf Teilspaltenboden gehalten wird, der Vorderwandwinkel der Hintergliedmaße signifikant größer ist als der der Vordergliedmaße.

Tabelle 14: Vorderwandwinkel an Vorder- und Hinterextremität, aufgegliedert nach Rasse und Haltung (Grad)

Rasse	Ausstellungsform	Gliedmaße	n	$\bar{x}$	s	Sign.
DFV	T	Vordergl.	233	58,83	3,90	$p < 0,01$
		Hintergl.	133	59,79	3,59	
	V	Vordergl.	205	60,61	4,15	n.s.
		Hintergl.	205	61,15	3,52	
DBV	T	Vordergl.	39	60,10	3,45	n.s.
		Hintergl.	39	61,18	3,09	
	V	Vordergl.	50	63,24	2,97	n.s.
		Hintergl.	50	62,18	3,56	

Um den möglichen Einfluß von Rasse, Haltung und Schlachtmonat zu erkennen, wird eine dreifache Varianzanalyse durchgeführt.

Ein Rassenvergleich zeigt, daß das Deutsche Braunvieh bei beiden gemessenen Winkelpositionen signifikant größere Vorderwandwinkel besitzt. Bei Tieren, die auf Vollspaltenboden gehalten werden, sind die Vorderwandwinkel signifikant größer als bei Tieren auf Teilspaltenboden. Der Schlachtmonat hat keinen Einfluß auf den Vorderwandwinkel der Vorder- bzw. Hintergliedmaße. Die o.g. Ergebnisse sind in Tabelle 15 und 16 zusammengefaßt.

Tabelle 15: Einfluß von Rasse, Haltung und Monat auf den Vorderwandwinkel der Vordergliedmaße (Grad)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Rasse	1	359,01	24,75	$p < 0,001$
Haltung	1	588,43	40,56	$p < 0,001$
Monat	11	38,65	2,66	n.s.
Rest	513	14,50	-	-
Gesamt	526	16,76	-	-

Tabelle 16: Einfluß von Rasse, Haltung und Monat auf den Vorderwandwinkel der Hintergliedmaße (Grad)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Rasse	1	127,40	11,06	$p < 0,001$
Haltung	1	243,54	21,15	$p < 0,001$
Monat	11	42,00	3,65	n.s.
Rest	513	11,51	-	-
Gesamt	526	12,81	-	-

Die Schätzung der Heritabilität wird in dieser Arbeit für das Deutsche Braunvieh nicht durchgeführt, da die Anzahl von 89 Tieren als zu gering angesehen wird.

Da beim Vorderwandwinkel zwischen den beiden Aufstallungsformen signifikante Unterschiede bestehen, werden die Werte auf Teilspaltenboden korrigiert.

Für das Deutsche Fleckvieh ergibt die Schätzung der Heritabilität für den Vorderwandwinkel der vorderen linken Innenklaue

$$h^2 = 0,52 \pm 0,20 \text{ und der hinteren rechten Außenklaue}$$

$$h^2 = 0,35 \pm 0,16.$$

5.3.2 Beziehungen zwischen Vorderwandwinkel und Gliedmaßen- bzw. Klauenparametern beim DFV

Mit Hilfe eines t-Testes wird festgestellt, ob beim DFV an der Hintergliedmaße signifikante Unterschiede beim Vorderwandwinkel zwischen Tieren mit regelmäßiger und fehlerhafter Gliedmaßenstellung bzw. mit normalen und pathologischen Klauenformen bestehen. Bullen des DFV mit Bärenfüßigkeit haben bei beiden Aufstallungsformen einen signifikant kleineren Vorderwandwinkel als Tiere mit regelmäßiger Gliedmaßenstellung, wie Tabelle 17 zeigt. Eine steile Stellung der Gliedmaßen hat keinen Einfluß auf die Größe des Vorderwandwinkels.

Tabelle 17: Beziehungen zwischen Vorderwandwinkel (Grad) und Gliedmaßenstellung an der Hinterextremität beim DFV (n = 438)

Aufstellungsform	Gliedmaßenstellung	n	$\bar{x}$	s	Sign.
Teilspaltenboden	regelmäßig	152	60,02	3,16	$p < 0,01$
	bärenfüßig	62	58,76	4,03	
	regelmäßig	152	60,02	3,16	n.s.
	steil	19	61,37	3,85	
Vollspaltenboden	regelmäßig	159	61,45	3,15	$p < 0,01$
	bärenfüßig	27	59,22	4,51	
	regelmäßig	159	61,45	3,15	n.s.
	steil	19	61,37	4,13	

Deutsche Felleckviehbulen mit Roll- und Scherenklauen, die auf Vollspaltenboden gehalten werden, besitzen an der Hintergliedmaße einen signifikant kleineren Vorderwandwinkel als Tiere mit normalen Klauenformen. Bei Tieren, die auf Teilspaltenboden gehalten werden, bedingen Scheren- und Rollklauen keinen signifikant kleineren Vorderwandwinkel, wie Tabelle 18 zeigt.

Die Werte der Vorder- und Hintergliedmaßen sind zusammengefaßt, wobei die Werte der Vordergliedmaßen auf die der Hintergliedmaßen korrigiert werden.

Tabelle 18: Beziehungen zwischen Vorderwandwinkel (Grad) und
Klauenformen an der Hintergliedmaße beim DFV (n = 438)

Aufstellungs- form	Klauenform	n	$\bar{x}$	s	Sign.
Teil- spalten- boden	regelmäßig	187	60,03	3,15	n.s.
	Scherenkl.	76	59,21	3,55	
	regelmäßig	187	60,03	3,15	n.s.
	Rollkl.	48	59,52	2,93	
	regelmäßig	187	60,03	3,15	$p < 0,05$
	Spreizkl.	87	60,95	2,99	
Voll- spalten- boden	regelmäßig	228	61,36	3,23	$p < 0,05$
	Scherenkl.	27	59,63	3,23	
	regelmäßig	228	61,36	3,23	$p < 0,01$
	Rollkl.	27	59,56	3,55	
	regelmäßig	228	61,36	3,23	n.s.
	Spreizkl.	27	61,57	3,35	

5.4 Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand

Das Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand kann als Parameter für eine regelmäßige Klauenpflege, ungleichmäßige Abnutzung des Hornes oder Stellungsanomalie angesehen werden. Bei der Messung vom Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand wird eine Abstandsmessung zwischen Kronsaum und Sohlenfläche durchgeführt (s. Abb. 8). Etwaige Krümmungen der Hornwand werden nicht berücksichtigt.

5.4.1 Umwelt und genetische Einflüsse

Im Rahmen dieser Arbeit erfolgen die Messungen des Längenverhältnisses von Dorsalwand zu Trachtenwand an der vorderen linken und an der hinteren rechten Gliedmaße, jeweils an Außen- und Innenklauen. Für die weiteren Auswertungen werden folgende Abkürzungen verwendet:

Position 1= vorne links außen

Position 2 = vorne links innen

Position 3 = hinten rechts außen

Position 4 = hinten rechts innen

Mit einem t-Test wird geprüft, ob beim DBV und DFV innerhalb derselben Aufstallungsform beim Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand ein Unterschied zwischen Vorder- und Hinterextremität besteht. Nur zwischen den Außenklauen bestehen beim DFV, das auf Vollspaltenboden gehalten wird, keine signifikanten Unterschiede zwischen Vorder- und Hinterextremität, wie Tabelle 19 zeigt.

Tabelle 19: Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand beim DFV, aufgegliedert nach Haltungsform (cm)

Klauenposition	Aufstallungsform	Gliedmaße	n	$\bar{x}$	s	Sign.
Außenklausen	T	Vordergl.	233	1,35	0,24	$p < 0,001$
		Hintergl.	233	1,61	0,36	
	V	Vordergl.	205	1,25	0,18	n.s.
		Hintergl.	205	1,58	0,31	
Innenklausen	T	Vordergl.	233	1,46	0,24	$p < 0,001$
		Hintergl.	233	1,76	0,34	
	V	Vordergl.	205	1,40	0,21	$p < 0,001$
		Hintergl.	205	1,73	0,31	

Wie beim DFV besteht auch beim DBV an der Innenklaue bei beiden Aufstellungsformen ein signifikanter Unterschied; an der Außenklaue besteht nur bei Teilspaltenbodenhaltung ein signifikanter Unterschied im Längenverhältnis, wie Tabelle 20 zeigt.

Tabelle 20: Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand beim DBV, aufgegliedert nach Haltungsform (cm)

Klaue-position	Aufstellungsform	Gliedmaße	n	$\bar{x}$	s	Sign.
Außenklaue	T	Vordergl.	39	1,36	0,20	$p < 0,001$
		Hintergl.	39	1,62	0,32	
	V	Vordergl.	50	1,24	0,20	n.s.
		Hintergl.	50	1,50	0,19	
Innenklaue	T	Vordergl.	39	1,46	0,18	$p < 0,001$
		Hintergl.	39	1,67	0,29	
	V	Vordergl.	50	1,32	0,16	$p < 0,001$
		Hintergl.	50	1,62	0,24	

Um den möglichen Einfluß von Rasse, Haltung und Schlachtmonat zu erkennen, wird eine dreifache Varianzanalyse durchgeführt. Aus den Tabellen 21 - 24 wird ersichtlich, daß der Schlachtmonat keinen Einfluß auf das Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand ausübt. Bei Position 4 (hinten rechts innen) hat das DIV ein signifikant größeres Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand als das DBV. Während die Aufstallungsform keinen Einfluß auf das Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand bei der Hintergliedmaße ausübt, findet sich an der Vordergliedmaße bei Position 1 und 2 bei Tieren, die auf Teilspaltenboden stehen, ein signifikant größeres Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand als bei Tieren, die auf Vollepaltenboden stehen.

Tabelle 21: Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand bei Klauenposition 1 (cm)

Variations- ursache	FC	MS	F	Sign.
Rasse	1	0,0081	0,12	n.s.
Haltung	1	1,34	30,66	$p=0,001$
Monat	11	0,25	3,10	n.s.
Pest	312	0,04	-	-
Gesamt	126	0,05	-	-

Tabelle 22: Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand
bei Klauenposition 2 (cm)

Variations- ursache	LC	HQ	F	Signif.
Rasse	1	0,74	3,76	n.s.
Haltung	1	0,73	15,75	$p \leq 0,001$
Monat	11	0,13	2,71	n.s.
Rest	513	0,05	-	-
Gesamt	526	0,07	-	-

Tabelle 23: Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand bei
Klauenposition 3 (cm)

Variations- ursache	LC	HQ	F	Signif.
Rasse	1	0,72	8,57	$p \leq 0,05$
Haltung	1	0,18	1,93	n.s.
Monat	11	0,31	3,29	n.s.
Rest	513	0,10	-	-
Gesamt	526	0,12	-	-

Tabelle 24: Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand
bei Klauenposition 4 (cm)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Rasse	1	0,32	8,57	$p < 0,05$
Haltung	1	0,18	1,93	n.s.
Monat	11	0,31	3,24	n.s.
Rest	513	0,10	-	-
Gesamt	526	0,10	-	-

Da beim Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand bei den Positionen 1 und 2 signifikante Unterschiede zwischen den Haltungsformen bestehen, werden diese Werte für eine Heritabilitätsschätzung auf Teilspaltenboden korrigiert. Die Schätzung der Heritabilität ergibt beim DFV für die vier Positionen folgende Werte:

Position 1 : $h^2 = 0,55 \pm 0,21$

Position 2 : $h^2 = 0,16 \pm 0,11$

Position 3 : $h^2 = 0,81 \pm 0,27$

Position 4 : $h^2 = 0,58 \pm 0,22$

5.4.2 Beziehungen zwischen dem Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand und Gliedmaßenstellungen und Klauenformen beim DFV

Durch einen t-Test wird festgestellt, ob beim DFV an der Hintergliedmaße signifikante Unterschiede beim Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand zwischen Tieren mit regelmäßiger und unregelmäßiger Gliedmaßenstellung bzw. mit normalen und pathologischen Klauenformen bestehen. Beim Deutschen Fleckvieh haben Bullen mit Bärenfüßigkeit bei Teilspaltenbodenhaltung ein signifikant größeres Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand als Tiere mit regelmäßiger Stellung (Tabelle 25). Bei der regelmäßigen Stellung wird nicht zwischen den Aufstallungsformen unterschieden. Tiere mit steiler Stellung haben bei Teilspaltenbodenhaltung ein signifikant kleineres Längenverhältnis.

Tabelle 25: Beziehungen zwischen dem Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand und Gliedmaßenstellungen an der Hintergliedmaße des DFV (n = 233) bei Teilspaltenbodenhaltung

Klaue- position	Gliedmaßen- stellung	n	$\bar{x}$	s	Sign.
3	regelmäßig	152	1,59	0,30	$p < 0,05$
	bärenfüßig	62	1,73	0,48	
	regelmäßig	152	1,59	0,30	$p < 0,05$
	steil	19	1,42	0,28	
4	regelmäßig	152	1,74	0,34	$p < 0,05$
	bärenfüßig	62	1,85	0,32	
	regelmäßig	152	1,74	0,34	$p < 0,05$
	steil	19	1,63	0,35	

Bei Vollspaltenbodenhaltung tritt beim Deutschen Fleckvieh mit Bärenfüßigkeit ein signifikant größeres Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand auf als bei Tieren mit regelmäßiger Stellung (Tabelle 26).

Auf Vollspaltenboden findet sich bei keinem Tier eine steile Stellung.

Tabelle 26: Beziehungen zwischen dem Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand und Gliedmaßenstellungen an der Hintergliedmaße des DFV (n = 205) bei Vollspaltenbodenhaltung

Klaue- position	Gliedmaßen- stellung	n	$\bar{x}$	s	Sign.
3	regelmäßig	159	1,56	0,31	$p < 0,05$
	bärenfüßig	27	1,73	0,48	
4	regelmäßig	159	1,71	0,31	$p < 0,05$
	bärenfüßig	27	1,87	0,31	

Tabelle 27 zeigt, daß pathologische Klauenformen der Hinterextremitäten bei Deutschen Fleckviehbullen, die auf Teilspaltenboden gehalten werden, keinen Einfluß auf das Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand ausüben.

Für diese Auswertung sind die Werte der Vorder- und Hintergliedmaßen zusammengefaßt, wobei die Werte der Vordergliedmaßen auf die der Hintergliedmaßen korrigiert werden.

Tabelle 27: Beziehungen zwischen dem Längenverhältnis und pathologischen Klauenformen von DFV (n = 233) bei Teilspaltenbodenhaltung

Klauen- position	Klauen- form	n	$\bar{x}$	s	Sign.
3	regelmäßig	187	1,62	0,29	n.s.
	Scherenkl.	76	1,62	0,29	
	regelmäßig	187	1,62	0,29	n.s.
	Rollkl.	48	1,55	0,41	
	regelmäßig	187	1,62	0,29	n.s.
	Spreizkl.	87	1,56	0,31	
4	regelmäßig	187	1,78	0,29	n.s.
	Scherenkl.	76	1,72	0,31	
	regelmäßig	187	1,78	0,29	n.s.
	Rollkl.	48	1,68	0,01	
	regelmäßig	187	1,78	0,29	n.s.
	Spreizkl.	87	1,79	0,98	

Beim DFV haben Tiere mit Rollklauen, die auf Vollspaltenboden gehalten werden, ein signifikant größeres Längenverhältnis als Bullen mit regelmäßigen Klauenformen (Tabelle 28).

Andere Klauenformen unterscheiden sich im Längenverhältnis nur zufällig von den regelmäßigen.

Tabelle 28: Beziehungen zwischen dem Längenverhältnis und pathologischen Klauenformen der Hintergliedmaßen von Deutschen Fleckviehbullen (n = 205) bei Vollspaltenbodenhaltung

Klauen- position	Klauen- form	n	$\bar{x}$	s	Sign.
3	regelmäßig	228	1,55	0,28	n.s.
	Scherenkl.	27	1,64	0,28	
	regelmäßig	228	1,55	0,28	$p \leq 0,001$
	Rollkl.	28	1,81	0,41	
	regelmäßig	228	1,55	0,28	n.s.
	Spreizkl.	107	1,53	0,27	
4	regelmäßig	228	1,70	0,30	n.s.
	Scherenkl.	27	1,76	0,25	
	regelmäßig	228	1,70	0,20	$p \leq 0,05$
	Rollkl.	28	1,83	0,37	
	regelmäßig	228	1,70	0,30	n.s.
	Spreizkl.	107	1,76	0,32	

5.5 Sohlenfläche

5.5.1 Umwelt und genetische Einflüsse

Die Messungen der Sohlenfläche erfolgen im Rahmen dieser Arbeit an der vorderen linken und hinteren rechten Gliedmaße, jeweils an Außen- und Innenklauen. Für die weiteren Auswertungen werden für die Sohlenfläche folgende Abkürzungen verwendet:

Position 1 = vorne links außen

Position 2 = vorne links innen

Position 3 = hinten rechts außen

Position 4 = hinten rechts innen

Mit Hilfe eines t-Testes wird zunächst geprüft, ob beim DFV und DBV innerhalb derselben Aufstallungsform bei der Größe der Sohlenfläche ein Unterschied zwischen Vorder- und Hinterextremitäten besteht. Nur zwischen den Innenklauen bestehen beim DFV, das auf Teilspaltenboden gehalten wird, keine signifikanten Unterschiede bei der Sohlenfläche zwischen Vorder- und Hinterextremitäten (Tabelle 29).

Tabelle 29: Sohlenfläche beim DFV, aufgegliedert nach Aufstallungsform (cm²)

Klaue-position	Aufstallungsform	Gliedmaße	n	$\bar{x}$	s	Sign.
Außenklausen	T	Vordergl.	233	52,64	7,34	$p < 0,001$
		Hintergl.	233	50,44	8,75	
	V	Vordergl.	205	52,71	6,47	$p < 0,001$
		Hintergl.	205	50,34	6,04	
Innenklausen	T	Vordergl.	233	41,30	5,85	n.s.
		Hintergl.	233	41,21	7,75	
	V	Vordergl.	205	48,66	5,66	$p < 0,001$
		Hintergl.	205	42,12	5,84	

Beim DBV sind bei beiden Aufstallungsformen die Innenklauen der Vorderextremität signifikant größer als die der Hinterextremität, wie Tabelle 30 zeigt.

Tabelle 30: Sohlenfläche beim DBV, aufgegliedert nach
Haltungsform (cm²)

Klaue- position	Aufstellungs- form	Glied- maße	n	$\bar{x}$	s	Sign.
Außen- klaue	T	Vordergl.	39	57,62	6,31	n.s.
		Hintergl.	39	51,21	5,59	
	V	Vordergl.	50	54,91	5,09	n.s.
		Hintergl.	50	55,06	7,39	
Innen- klaue	T	Vordergl.	39	51,17	4,71	$p < 0,001$
		Hintergl.	39	41,05	6,50	
	V	Vordergl.	50	51,56	4,34	$p < 0,001$
		Hintergl.	50	43,60	4,93	

Anschließend wird eine dreifache Varianzanalyse durchgeführt, um den möglichen Einfluß von Rasse, Haltung und Schlachtmonat zu erkennen. Aus den Tabellen 31 - 34 wird ersichtlich, daß weder Haltungsform noch Schlachtmonat einen Einfluß auf die Größe der Sohlenfläche ausüben. Bei den gemessenen Positionen 1 - 3 findet sich beim Deutschen Braunvieh eine signifikant größere Sohlenfläche als beim Deutschen Fleckvieh.

Tabelle 31: Sohlenfläche von DFV und DBV bei Klauenposition 1 (cm²)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Rasse	1	863,90	20,12	$p < 0,001$
Haltung	1	6,03	0,14	n.s.
Monat	11	171,38	3,99	n.s.
Rest	513	42,95	-	-
Gesamt	526	47,12	-	-

Tabelle 32: Sohlenfläche beim DFV und DBV bei Klauenposition 2 (cm²)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Rasse	1	629,01	27,71	$p < 0,001$
Haltung	1	34,46	1,19	n.s.
Monat	11	128,39	4,43	n.s.
Rest	513	28,98	-	-
Gesamt	526	32,21	-	-

Tabelle 33: Sohlenfläche von DFV und DBV bei Klauenposition 3 (cm²)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Rasse	1	655,70	12,49	$p < 0,001$
Haltung	1	57,25	1,28	n.s.
Monat	11	212,27	4,04	n.s.
Rest	513	52,51	-	-
Gesamt	526	57,03	-	-

Tabelle 34: Sohlenfläche von DFV und DBV bei Klauenposition 4 (cm²)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Rasse	1	52,71	1,17	n.s.
Haltung	1	198,25	4,38	n.s.
Monat	11	44,00	0,97	n.s.
Rest	513	45,23	-	-
Gesamt	526	45,51	-	-

Anschließend wird eine Heritabilitätschätzung für das DFV durchgeführt. Sie ergibt für die vier gemessenen Positionen folgende Werte:

Position 1 : $h^2 = 0,47 \pm 0,19$

Position 2 : $h^2 = 0,31 \pm 0,15$

Position 3 : $h^2 = 0,29 \pm 0,15$

Position 4 : $h^2 = 0,13 \pm 0,11$

5.5.2 Beziehungen zwischen Sohlenfläche und Gliedmaßenstellungen und Klauenformen beim DFV

Mit Hilfe eines t-Testes wird geprüft, ob signifikante Unterschiede bei der Sohlenfläche der Hinterextremität zwischen Tieren mit regelmäßiger und fehlerhafter Gliedmaßenstellung bzw. mit normalen und pathologischen Klauenformen bestehen.

Deutsche Fleckviehtiere mit steiler Stellung oder Bärenfüßigkeit unterscheiden sich bei Teilspaltenbodenhaltung in der Größe der Sohlenfläche nicht signifikant von Tieren mit regelmäßiger Gliedmaßenstellung (Tabelle 35).

Bei der regelmäßigen Stellung wird nicht zwischen den Aufstallungsformen unterschieden.

Tabelle 35: Beziehungen zwischen Sohlenfläche und Gliedmaßenparametern der Hintergliedmaße beim DFV (n = 233) bei Teilspaltenbodenhaltung

Klaue- position	Gliedmaßen- stellung	n	$\bar{x}$	s	Sign.
3	regelmäßig	152	50,44	9,03	n.s.
	bärenfüßig	62	51,12	8,78	
	regelmäßig	152	50,44	9,03	n.s.
	steil	19	48,22	6,22	
4	regelmäßig	152	41,19	8,43	n.s.
	bärenfüßig	62	41,58	5,87	
	regelmäßig	152	41,89	8,49	n.s.
	steil	19	40,14	7,66	

Bei Vollspaltenbodenhaltung unterscheiden sich Deutsche Fleckviehtiere mit Bärenfüßigkeit bei der Sohlenfläche nicht signifikant von Tieren mit normaler Gliedmaßenstellung, wie Tabelle 36 zeigt. Steile Stellung tritt bei Tieren, die auf Vollspaltenboden gehalten werden, nicht auf.

Tabelle 36: Beziehungen zwischen Sohlenfläche und Gliedmaßenstellungen der Hintergliedmaße beim DFV (n = 205) bei Vollspaltenbodenhaltung

Klaue-nposition	Gliedmaßenstellung	n	$\bar{x}$	S	Sign.
3	regelmäßig	159	50,20	5,75	n.s.
	bärenfüßig	27	50,11	8,37	
4	regelmäßig	159	42,19	5,77	n.s.
	bärenfüßig	27	42,56	6,11	

Tabelle 37 zeigt, daß bei Position 3 Scheren- bzw. Spreizklauen und bei Position 4 Roll- bzw. Spreizklauen von Deutschen Fleckviehbullen, die auf Teilspaltenboden gehalten werden, keinen Einfluß auf die Größe der Sohlenfläche ausüben.

Für diese Arbeit sind die Werte der Vorder- und Hintergliedmaßen zusammengefaßt, wobei die Werte der Vordergliedmaßen auf die der Hintergliedmaßen korrigiert werden.

Tabelle 37: Beziehungen zwischen Sohlenfläche und pathologischen Klauenformen der Hintergliedmaßen beim DFV (n = 233), das auf Teilspaltenboden gehalten wird.

Klauen- position	Klauen- formen	n	$\bar{x}$	s	Sign.
3	regelmäßig	187	49,74	6,83	n.s.
	Scherenkl.	76	50,30	9,30	
	regelmäßig	187	49,74	6,83	$p < 0,01$
	Rollkl.	48	54,31	13,52	
	regelmäßig	187	49,74	6,83	n.s.
	Spreizkl.	87	50,76	7,94	
4	regelmäßig	187	42,30	6,40	$p < 0,05$
	Scherenkl.	76	40,05	6,86	
	regelmäßig	187	42,30	6,40	n.s.
	Rollkl.	48	40,58	13,96	
	regelmäßig	187	42,30	6,40	n.s.
	Spreizkl.	87	41,65	6,66	

Deutsche Fleckviehbullen mit Rollklauen, die auf Vollspaltenboden gehalten werden, unterscheiden sich in der Größe der Sohlenfläche der Position 3 signifikant von Tieren mit normalen Klauenformen. Bei Klauenposition 4 haben nur Scherenklauen keinen signifikanten Einfluß auf die Größe der Sohlenfläche, wie Tabelle 38 zeigt.

Tabelle 38: Beziehungen zwischen Sohlenfläche und pathologischen Klauenformen der Hintergliedmaßen von Deutschen Fleckviehbullen (n = 205) bei Vollspaltenbodenhaltung

Klauenposition	Klauenformen	n	$\bar{x}$	s	Sign.
3	regelmäßig	228	49,57	5,21	$p < 0,05$
	Scherenkl.	27	51,74	7,12	
	regelmäßig	228	49,47	5,21	$p < 0,01$
	Rollkl.	28	52,59	9,31	
	regelmäßig	228	49,47	5,21	n.s.
	Sprenzl.	107	50,09	5,41	
4	regelmäßig	228	41,92	5,66	n.s.
	Scherenkl.	27	40,94	5,12	
	regelmäßig	228	41,92	5,66	$p < 0,05$
	Rollkl.	28	39,44	4,95	
	regelmäßig	228	41,92	5,66	$p < 0,001$
	Sprenzl.	107	44,09	6,04	

5.6 Korrelationen

Es werden die Korrelationskoeffizienten zwischen dem Vorderwandwinkel und dem Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand, der Sohlenfläche und dem Längenverhältnis und dem Winkel und der Sohlenfläche beim DFV und DBV berechnet. Zur Berechnung dienen für den Vorderwandwinkel die Klauenpositionen vorne links innen und hinten rechts außen und für das Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand und die Sohlenfläche die Klauenpositionen vorne links außen, vorne links innen, hinten rechts außen und hinten rechts innen.

Zwischen dem Vorderwandwinkel und dem Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand liegen die Schätzwerte für die Korrelationskoeffizienten bei beiden Rassen im negativen Bereich (Tabelle 39). Für die Vordergliedmaße liegt mit $r = -0,4$ eine mittlere, für die Hintergliedmaße mit $r = -0,1$ eine niedrige, nicht signifikant von Null verschiedene, Korrelation vor.

Tabelle 39: Korrelation zwischen Vorderwandwinkel und Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand

Rasse	Gliedmaßen	Korrelationskoeffizient	Sign.
DFV (n = 438)	Vordergl.	- 0,36	$p < 0,001$
	Hintergl.	- 0,09	n.s.
DBV (n = 89)	Vordergl.	- 0,42	$p < 0,001$
	Hintergl.	- 0,11	n.s.

Zwischen der Sohlenfläche und dem Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand besteht eine geringe positive Korrelation mit Ausnahme von Position 3 beim Deutschen Braunvieh, wie Tabelle 40 zeigt.

Tabelle 40: Korrelation zwischen der Sohlenfläche und dem Verhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand

Rasse	Klauen- position	Korrelationskoeffizient	Sign.
DFV (n = 438)	1	0,12	$p < 0,05$
	2	0,09	n.s.
	3	0,21	$p < 0,001$
	4	0,16	$p < 0,01$
DBV (n = 89)	1	0,31	$p < 0,01$
	2	0,16	n.s.
	3	- 0,03	n.s.
	4	0,02	n.s.

Zwischen dem Vorderwandwinkel und der Sohlenfläche besteht bei beiden Rassen bei allen Klauenpositionen eine mittlere negative Korrelation (Tabelle 41).

Tabelle 41: Korrelation zwischen Sohlenfläche und Vorderwandwinkel

Rasse	Klauenposition	Korrelationskoeffizient	Sign.
DFV (n = 438)	2	- 0,36	$p < 0,001$
	3	- 0,35	$p < 0,001$
DBV (n = 89)	2	- 0,42	$p < 0,001$
	3	- 0,37	$p < 0,001$

5.7 Wassergehalt

Zunächst wird geprüft, ob zwischen den einzelnen Gliedmaßen eines Tieres Unterschiede im Wassergehalt des Klauenhorns bestehen. Bei 302 Bullen der Rassen DFV und DBV wird ein t-Test durchgeführt. Die beiden Aufstallungsformen können zusammengefaßt werden, da zwischen ihnen kein signifikanter Unterschied besteht. Tabelle 42 zeigt, daß zwischen den einzelnen Gliedmaßen eines Tieres beim Wassergehalt keine signifikanten Unterschiede bestehen.

Tabelle 42: Wassergehalt des Klauenhorns der Extremitäten
vorne links und hinten rechts (%)

	n	$\bar{x}$	s	Sign.
vo.li.a.	302	21,73	2,33	n.s.
vo.li.i.	302	21,90	2,47	
hi.re.a.	302	21,55	2,20	n.s.
hi.re.i.	302	21,84	2,08	

Mittels Intraklasskorrelation wird die Wiederholbarkeit beim DFV und DBV bestimmt. Zur Bestimmung dienen die durchschnittlichen Wassergehaltswerte der vier Klauenpositionen vorne links außen, vorne links innen, hinten rechts außen und hinten rechts innen. Die Wiederholbarkeit beträgt beim DFV $w = 0,23$, beim DBV $w = 0,20$.

Da die Bestimmungen des Wassergehaltes keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gliedmaßen eines Tieres ergeben, wird bei den übrigen Versuchstieren nur der Wassergehalt der rechten hinteren Außenklaue bestimmt.

Mit den Werten der rechten hinteren Außenklaue wird eine Varianzanalyse durchgeführt, um einen möglichen Einfluß von Rasse, Haltung und Schlachtmonat zu erkennen.

Wie Tabelle 43 zeigt, hat weder Rasse noch Haltung noch Schlachtmonat einen Einfluß auf den Wassergehalt des Klauenhornes.

Tabelle 43: Wassergehalt des Klauenhornes beim DFV und DBV (%)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Rasse	1	0,30	0,07	n.s.
Haltung	1	3,77	0,94	n.s.
Monat	11	8,21	2,05	n.s.
Rest	513	4,00	-	-
Gesamt	526	4,08	-	-

5.8 Abrieb des Klauenhornes

Zunächst wird geprüft, ob zwischen den einzelnen Gliedmaßen eines Tieres Unterschiede im Abrieb des Klauenhornes bestehen. Bei 302 Bullen der Rasse DFV und DBV wird ein t-Test durchgeführt. Die beiden Aufstallungsformen können zusammengefaßt werden, da zwischen ihnen kein signifikanter Unterschied besteht.

Tabelle 44 zeigt, daß zwischen den einzelnen Gliedmaßen eines Tieres beim Abrieb des Klauenhornes keine signifikanten Unterschiede bestehen.

Tabelle 44: Klauenhornabrieb an den Extremitäten vorne links und hinten rechts (mm)

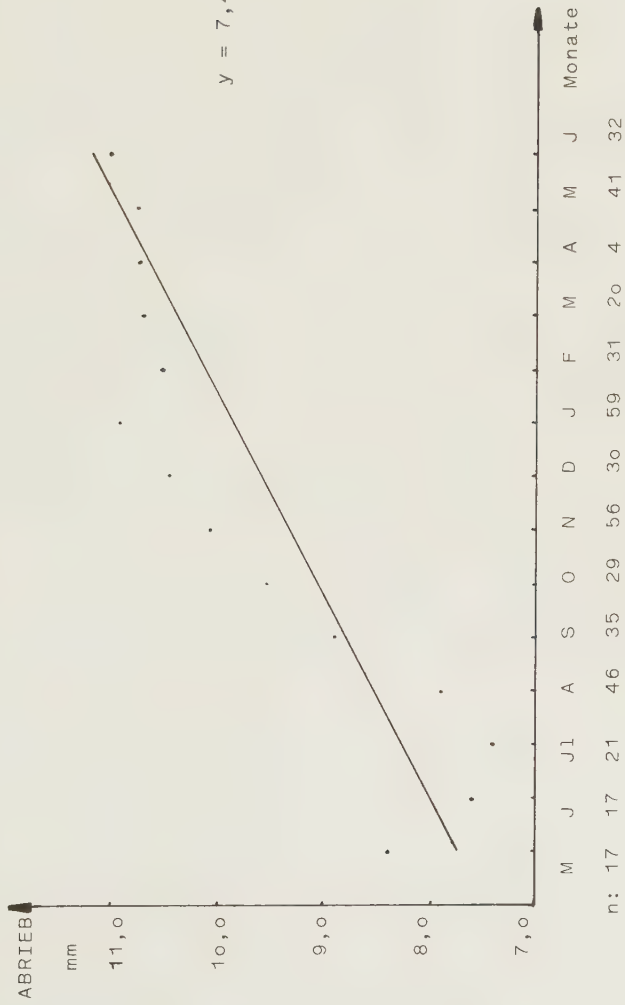
	n	$\bar{x}$	s	Sign.
vo.li.a.	302	9,01	1,35	n.s.
vo.li.i.	302	8,96	1,38	
hi.re.a.	302	8,98	1,50	n.s.
hi.re.i.	302	8,96	1,35	

Mittels Intraklasskorrelation wird die Wiederholbarkeit beim DFV und DBV bestimmt. Zur Bestimmung dienen die durchschnittlichen Abriebwerte der vier Klauenpositionen vorne links außen, vorne links innen, hinten rechts außen und hinten rechts innen. Die Wiederholbarkeit beträgt beim DFV $w = 0,41$ und beim DBV $w = 0,38$.

Da sich bei der Bestimmung des Abriebes kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gliedmaßen eines Tieres ergibt, wird bei den übrigen Versuchstieren nur der Abrieb der rechten hinteren Außenklaue bestimmt.

Gegen Ende des Versuches wird bei den Abriebwerten ein methodischer Trend festgestellt. Von Versuchstbeginn im Mai 1978 bis Versuchsende im Juni 1979 steigen die durchschnittlichen Abriebwerte aller in einem Monat geschlachteter Bullen an. Abbildung 16 zeigt die unkorrigierten durchschnittlichen Abriebwerte pro Monat beim DFV. Beim DBV zeigt sich derselbe methodische Trend. Es wird jedoch auf eine graphische Darstellung verzichtet, da wegen der geringen Anzahl nur bei 6 Monaten Durchschnittswerte für den Abrieb vorliegen.

Abbildung 16: Durchschnittliche Abriebwerte der jeweils in einem Monat geschlachteten Deutschen Fleckviehbullen (n = 438)



Da die Tiere einer Nachkommengruppe in einem Zeitraum von fünf Wochen ($\pm$ 3 Wochen) geschlachtet werden, steigen auch die durchschnittlichen Abriebwerte innerhalb einer Nachkommengruppe beim DFV und beim DBV an. Aus diesem Grund sind die absoluten Werte für weitere Auswertungen nicht geeignet.

Um den methodischen Fehler möglichst zu eliminieren, wird folgende Korrektur der Werte vorgenommen. Es wird der Tag als fixer Effekt in der Korrektur der Abriebwerte berücksichtigt. Es werden nur solche Tiere in die Auswertung einbezogen, wenn im Vergleichsdurchschnitt mindestens zwei Tiere enthalten sind, die von zwei verschiedenen Vätern abstammen.

Mit den korrigierten Werten der rechten hinteren Außenklaue wird beim DFV eine dreifache Varianzanalyse durchgeführt, um einen möglichen Einfluß von Haltung, Schlachtmonat und Wassergehalt zu erkennen. Beim Wassergehalt wird zwischen den Tieren über dem Mittelwert von 21,55% und unter dem Mittelwert unterschieden. Wie Tabelle 45 zeigt, haben weder Haltung noch Wassergehalt noch Schlachtmonat einen Einfluß auf den Klauenhornabrieb.

Tabelle 45: Abrieb des Klauenhorns beim DFV (n = 438)

Variations- ursache	FG	MQ	F	Sign.
Wassergehalt	1	1,85	2,18	n.s.
Haltung	1	0,01	0,01	n.s.
Monat	13	0,03	0,04	n.s.
Rest	422	0,85	—	—
Gesamt	437	0,83	—	—

Anschließend wird eine Heritabilitätsschätzung für den Abrieb des Klauenhorns bei 386 Bullen der Rasse DFV durchgeführt. Für die Heritabilitätsschätzung werden nur Tiere berücksichtigt, die Nachkommengruppen mit einer Mindestzahl von fünf Tieren angehören. Weiter müssen je Schlachtttag mindestens zwei Tiere aus zwei verschiedenen Nachkommengruppen vorhanden sein. Die Schätzung der Heritabilität für den Abrieb des Klauenhorns der rechten Außenklaue der Hinterextremität ergibt $h^2 = 0,83 \pm 0,30$.

6. DISKUSSION

6.1 Klauenmaße

Die Beurteilung der Nachkommen von Bullen nach dem äußeren Erscheinungsbild ist schwierig. Die Beurteilungsergebnisse sind von der Sachkenntnis und der Erfahrung des Beurteilers abhängig. Außerdem neigen manche Beurteiler dazu, sich von den Leistungsinformationen über den Bullen beeinflussen zu lassen und ihre Benotung im Exterieur danach auszurichten. Einflüsse vom Betrieb und von der Haltungsform können sich auch auf das äußere Erscheinungsbild auswirken und damit eine objektive Beurteilung erschweren. Aus diesen Gründen erscheint es erstrebenswert, objektive Maßzahlen für einen wichtigen Teil der Exterieurbeurteilung, nämlich der Klauenbeurteilung, zu erarbeiten. Deshalb werden der Winkel der Sohlenfläche zur Dorsalwand, das Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand, die Sohlenfläche und der Abrieb gemessen und in Beziehung zu verschiedenen Klauenformen gesetzt. Um die Bullen in eine Rangfolge nach ihrer genetischen Veranlagung zu bringen, muß die Heritabilität in diesem Merkmal bekannt sein. Deshalb werden auch Heritabilitäten für diese Merkmale geschätzt.

Für einen physiologisch geformten Klauenschuh können auch folgende Mittelwerte für die Meßwerte ermittelt werden: 60° - 61° für den Vorderwandwinkel beim DFV an Vorder- und Hintergliedmaßen; 1,5 - 1,6 für das Längenverhältnis der lateralen Klaue an der Hintergliedmaße; 1,7 - 1,8 für das Längenverhältnis der medialen Klaue an der Hintergliedmaße;

50 cm² für die Sohlenfläche an der lateralen Klaue der Hintergliedmaße;

53 cm² für die Sohlenfläche an der lateralen Klaue an der Vordergliedmaße;

42 cm² für die Sohlenfläche an der Innenklaue der Hintergliedmaße;

48 cm² für die Sohlenfläche an der Innenklaue der Vordergliedmaße.

Nach ROSENBERGER (1970) beträgt der Vorderwandwinkel dagegen 50°, das Längenverhältnis 2 : 1. Diese Angaben sind nur als Faustzahlen gedacht, wobei nicht zwischen Geschlecht, Alter und Rasse unterschieden wird. Dadurch ergeben sich Unterschiede zu den eigenen Ergebnissen. Als Haupteinfluß ist das Alter anzunehmen; die Zunahme des Längenwachstums an der Dorsalwand bewirkt ein größeres Längenverhältnis und einen kleineren Winkel.

Ein Parameter, der zur Züchtung verwendet wird, muß ohne allzu großen Fehler meßbar sein. Wird der Meßfehler zu groß, so kann die Rangfolge zwischen den Tieren nicht mehr oder nur sehr ungenau bestimmt werden. Meßfehler können zustande kommen, weil mehrere Personen an den Messungen beteiligt sind und die Tiere unterschiedlich genau gemessen werden. Manche Tiere werden von bestimmten Personen genauer gemessen, was zu Interaktionen führen kann.

LEUENBERGER et al. (1970) finden für den Winkel einen Meßfehler von 2° und die Sohlenfläche von 2 cm². Sie messen die gleiche Größe an jedem Tier fünfmal und mit einer einfachen Varianzana-

lyse wird die Testgröße F und der Meßfehler berechnet. Der methodische Fehler liegt nach ihrer Meinung für alle Messungen in kleinen Grenzen. Aus diesem Grund werden für diese Arbeit diese Meßmethoden ausgewählt.

Bevor eine Heritabilitätsschätzung durchgeführt werden kann, müssen die Parameter auf systematische Einflüsse von Umweltfaktoren untersucht werden. Wenn systematische Einflüsse vernachlässigt werden, kann die Heritabilität nicht unverzerrt geschätzt werden. Sie kann dann sowohl überschätzt wie auch unterschätzt sein.

Einflüsse von der Haltungsform, Vorder- und Hintergliedmaße und Klauenposition sind festzustellen. Saisonale Einflüsse wie Jahreszeit, Klima und Fütterung sind weder beim Vorderwandwinkel, Längenverhältnis noch bei der Sohlenfläche bedeutend. Eine ungleichmäßige Verteilung des Materials über die Zeit ist damit auszuschließen.

Die Rasse hat einen signifikanten Einfluß auf den Vorderwandwinkel. Deutsche Braunviehbullen haben einen größeren Winkel als Deutsche Fleckviehbullen. Da die Umwelteinflüsse der beiden Rassen dieselben sind, könnte dies erblich bedingt sein. In der Literatur finden sich keine Angaben über rassebedingte Unterschiede beim Vorderwandwinkel.

Tiere, die auf Vollspaltenboden stehen, haben einen signifikant größeren Vorderwandwinkel als Bullen bei Teilspaltenbodenhaltung mit Anhängegurt. Dies hat seine Ursache in der Bewegung der Tiere, dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und der Bodenbeschaffenheit selbst (Mistbelag).

Aus der Arbeit von BOLLWAHN und LAMPE (1980) ist zu folgern, daß der Vorderwandwinkel vorwiegend durch den Abrieb bestimmt wird. Die Differenzen werden umso größer, je unterschiedlicher der Stallboden beschaffen ist.

Tiere, die auf Kautschukböden gehalten werden, zeigen durch den verminderten Abrieb eine deutliche Spitzwinkeligkeit, während bei starkem Abrieb auf Steinböden der Vorderwandwinkel zunimmt. Auch die Bewegungsaktivität dürfte beim Abrieb eine Rolle spielen. Die Tiere machen kurze, vorsichtige Schritte und fußen somit zum größten Teil auf der Zehenspitze, die dadurch vermehrt abgenutzt wird. Vermehrter Abrieb regt zwar das Hornwachstum an; dieses kompensatorische Wachstum kann jedoch den Abriebverlust an der Zehenspitze nicht ausgleichen. Dafür sprechen auch die Ergebnisse von PFLUG (1978). Er findet bei schnellerem Wachstum des Klauenhorns auch höhere Abriebwerte und somit beträgt die Korrelation zwischen Abrieb und Wachstum $r = 0,3$. Nach BOLLWAHN und LAMPE (1980) werden Unterschiede beim Vorderwandwinkel bei gleicher Aufstallung vorwiegend durch die Festigkeit des Klauenhorns bestimmt. Es ist somit ein enger Zusammenhang zwischen Vorderwandwinkel und Abrieb und damit zur Festigkeit des Klauenhorns zu erwarten. KNEZEVIC (1959) und PRENTICE (1973) untersuchen das Klauenwachstum, führen jedoch keine Messungen des Winkels am Klauenschuh durch. Ihre Ergebnisse können deshalb nicht in die Diskussion mit einbezogen werden. Beim Vergleich der Vordergliedmaße mit der Hintergliedmaße zeigt sich, daß beim DFV, das auf Teilspaltenboden gehalten wird, der Vorderwandwinkel der Hintergliedmaße signifikant größer ist. Der Grund dafür dürfte

in der unterschiedlichen Bewegungsfreiheit liegen. Sie ist bei Anbindehaltung vorne mehr eingeschränkt als hinten. Dadurch kommt es hinten zu einer vermehrten Abnutzung vor allem der vorderen Sohlenfläche, die eine Winkelvergrößerung bewirkt. Beim DBV sind die Vorderwandwinkel der Hintergliedmaße zwar auch größer, die Differenz ist aber nicht signifikant. Zu denselben Ergebnissen kommen MÜLLER, SPINDLER und SCHLEITER (1976). Deutsche Fleckviehbullen mit Bärenfüßigkeit haben bei beiden Aufstallungsformen einen signifikant kleineren Vorderwandwinkel als Tiere mit regelmäßiger Gliedmaßenstellung. Bei bärenfüßigen Tieren wird der Trachten- und Ballenteil stärker belastet als die Klauenspitze, die dadurch auch weniger abgenutzt wird (GRUNER 1974). Dies führt zu einer Verkleinerung des Vorderwandwinkels.

Ein ähnliches Maß wie der Vorderwandwinkel ist das Längenverhältnis von Dorsalwand zu Trachtenwand. Es ist negativ korreliert mit dem Winkel. Umso größer der Vorderwandwinkel wird, desto kleiner wird das Längenverhältnis. Zwischen den beiden Parametern besteht aber keine vollständige Abhängigkeit ($r = 1$). MÜLLER et al. (1976) finden hingegen zu verschiedenen Längen- und Breitenmaßen keine einheitlichen Korrelationen. Zwischen den Rassen bestehen keine Unterschiede im Längenverhältnis.

Bei Teilspaltenbodenhaltung findet sich an den Hintergliedmaßen ein signifikant kleineres Längenverhältnis als an den Vordergliedmaßen. Durch die größere Bewegungsfreiheit der Hintergliedmaßen bei Anbindehaltung kommt es zu vermehrtem Abrieb, der durch das Hornwachstum nicht ausgeglichen werden kann. Allerdings er-

möglichst das Längenverhältnis eine weniger genaue Erfassung des Abriebes; bei der Bewegung wird vorwiegend der vordere Teil der Sohle abgenutzt, was die Ausprägung größerer Unterschiede im Längenverhältnis verhindert. Es zeigen sich geringere Unterschiede zwischen den Tieren im Längenverhältnis als beim Vorderwandwinkel.

Es zeigt sich die Tendenz, daß von der steilen und bärenfüßigen Stellung ein Einfluß auf das Längenverhältnis ausgeht. Bei steiler Stellung ähnelt die Form des Klauenschuhes mehr einem Rechteck. Es findet eine mehr gleichmäßige Abnutzung der gesamten Sohlenfläche statt. Bei Bärenfüßigkeit wird vermehrt der Ballenbereich belastet und abgenutzt, was durch das vergrößerte Längenverhältnis zum Ausdruck kommt. Das Längenverhältnis kann ebenso wie der Winkel als Ausdruck der unterschiedlichen Abnutzung des Klauenhornes angesehen werden.

Ein weiterer Parameter ist die Sohlenfläche. Sie wird nicht direkt gemessen, sondern aus Länge und Breite der Klauensohle geschätzt. Deshalb liegt in diesem Merkmal eine größere Unsicherheit als in den beiden anderen Parametern, nämlich dem Vorderwandwinkel und dem Längenverhältnis.

Bei Klauen der Vorder- und Hintergliedmaßen treten unterschiedliche Belastungsverhältnisse auf. So liegt die Belastung auf einem cm^2 der Klaue der Vordergliedmaße bei ungefähr $1,8 \text{ kg/cm}^2$, an der Hintergliedmaße bei etwa $1,1 \text{ kg/cm}^2$. Diese unterschiedlichen Belastungsverhältnisse beeinflussen die Stabilität des Klauenhornes.

Diese Feststellung ermöglicht eine weitere Untersuchung, die den Druck mit histologischen Parametern (WALZ 1980) und der Proteinstruktur (RASCHEL 1980) vergleicht.

Die anderen untersuchten Einflüsse auf die Sohlenfläche wie Haltung und Gliedmaßenstellung sind unbedeutend. Es zeigt sich, daß nur ein loser Zusammenhang besteht zwischen Sohlenfläche und dem Vorderwandwinkel bzw. dem Längenverhältnis. Bei größerem Winkel wird die Sohlenfläche kleiner. Eine größere Sohlenfläche führt zu einem größeren Längenverhältnis. Das heißt, daß Wachstum und Abrieb die Größe der Sohlenfläche nur sehr wenig beeinflussen.

Weiter wird untersucht, welcher Zusammenhang zwischen den Klauenmaßen und pathologischen Klauenformen besteht bzw. inwieweit sie durch diese charakterisiert werden.

Deutsche Fleckviehbullen mit Roll- und Scherenklauen, die auf Vollspaltenboden gehalten werden, haben einen signifikant kleineren Vorderwandwinkel als Tiere mit normalen Klauen. Bei Scherenklauen wie auch bei Rollklauen wird die Klauenspitze nicht so stark belastet und kann somit ungehindert weiterwachsen. Dies führt zu einer Verkleinerung des Winkels und damit zu einer Vergrößerung des Verhältnisses von Dorsalwand zu Trachtenwand.

Spreizklauen bewirken bei Tieren auf Teilspaltenboden einen größeren Vorderwandwinkel. Sie haben zunächst keinen Einfluß auf die Form des Klauenschuhs. Durch das Auseinanderklaffen der Klauen beim Aufsetzen rutscht die Klaue nach vorwärts und dadurch wird

vermehrt die Klauenspitze abgenutzt; dies bewirkt einen größeren Vorderwandwinkel.

Der Einfluß pathologischer Klauenformen auf die Sohlenfläche ist sehr uneinheitlich und darf bei diesen Untersuchungen weitgehend als zufällig angesehen werden. Rollklauen bewirken bei beiden Aufstallungsformen an den Hinterklauen signifikant kleinere Sohlenflächen als sie Tiere mit regelmäßigem Klauenschuh aufweisen. Ein Tier mit starker Rollklauenbildung belastet nur den lateralen Tragrand, wodurch sich auch die Fußungsfläche gegenüber Tieren mit normalen Klauen verkleinert.

Über die Verteilung bestimmter Klauenformen in dieser Arbeit kann folgendes gesagt werden.

Im Gegensatz zu den Vordergliedmaßen treten beim DFV und DBV an den Hintergliedmaßen bei Teilspaltenbodenhaltung signifikant häufiger Rollklauen auf. Spreiz- und Scherenklauen finden sich bei beiden Aufstallungsformen an den Vordergliedmaßen signifikant häufiger. Da der Standplatz, auf dem die Bullen stehen, zum einen durch das Absetzen des Harnes hinten feuchter als vorne ist, und zum anderen die Tiere bei Teilspaltenboden mit Anhängegurt vorne weniger Bewegungsmöglichkeit haben, verringert sich der Abrieb an der Vordergliedmaße. Dies fördert die Bildung von Scherenklauen. OSBURG (1969) stellt bei der Haut der Vordergliedmaße einen höheren Elastingehalt und eine größere Elastizität fest, was bei mechanischen Einflüssen wie Zug oder Druck von Bedeutung ist. Da beim Bullen das Körpergewicht zu 57 % (FESZL 1968) auf den

Vordergliedmaßen ruht, ist durch die ungleichen Belastungsverhältnisse an den Vordergliedmaßen mit einer häufigeren Spreizklauenbildung zu rechnen, was durch vorliegende Untersuchungen bestätigt wird.

Nach GÜNTHER (1971) führen fehlerhafte Gliedmaßenstellungen zu ungleicher Belastung und Abnutzung der Klauen, fördern somit die Bildung pathologischer Klauenformen.

Daß bei Bärenfüßigkeit vermehrt Spreizklauen auftreten, kann mit einer allgemeinen Schwäche des Bindegewebes und des Bandapparates erklärt werden. Bei Tieren mit Faßbeinigkeit treten vermehrt Rollklauen, aber weniger Spreizklauen auf. Bei Faßbeinigkeit wird die äußere Klaue an ihrer lateralen Seite stärker belastet als die mediale Klaue. Durch diesen Druck wird das Klauenbein gedreht und die Wachstumsrichtung des Klauenhorns ändert sich. Die Genese dieses Leidens ist nach ROSENBERGER (1970) noch weitgehend unklar.

Bei steiler Stellung treten signifikant weniger Spreiz- und Scherenklauen auf. Durch die steile Stellung wird die gesamte Bodenfläche wie auch der Bandapparat gleichmäßig belastet. Dies führt zu einer gleichmäßigen Abnutzung der Klauen und verhindert so die Bildung pathologischer Klauenformen.

Pathologische Klauenformen werden nicht nur durch Gliedmaßenfehlstellungen und Umwelteinflüsse hervorgerufen, sondern sind auch erblich bedingt. So werden nach WYSSMANN (1931), NITSCH (1974), BREUER (1964) und BOLLE (1954) Roll- und Spreizklauen in gewissen

Blutlinien vererbt. In dieser Arbeit treten auch in bestimmten Nachkommengruppen gehäuft pathologische Klauenformen auf, eine Signifikanz ist allerdings nicht immer nachzuweisen.

Der Abrieb des Klauenhorns wird mit einer Abriebvorrichtung gemessen. Er hängt zum einen vom Wasserbindungsvermögen (PFLUG 1978) des Klauenhorns, zum anderen von der Versuchsanordnung ab (Körnung des Schleifpapiers, Dauer des Abriebversuches und dem Anpressdruck).

Durch das Abschleifen von präparierten Hornstreifen kann auf die Festigkeit des Klauenhorns geschlossen werden (PFLUG 1978, GRAVERT et al. 1969). In diesem Versuch steigen die Meßwerte kontinuierlich von 7 mm auf etwa 11 mm während des 14-monatigen Versuchszeitraumes an. Dies könnte dadurch bedingt sein, daß sich bei der neu gekauften Maschine die Umdrehungszahl pro Sekunde erhöht, weil sich die Maschine erst einlaufen muß. Der Anpressdruck wird konstant gehalten; jedes Hornstück wird auf einer neuen Schleifpapierfläche abgerieben. Diese Faktoren kommen damit nicht als Ursachen für den Anstieg der Abriebwerte in Frage. Die Korrektur auf diesen Einflußfaktor ist möglich durch die Berechnung von Abweichungen vom Tagesmittelwert. Der methodische Trend kann damit weitgehend eliminiert werden. Die Korrektur wäre noch effektiver, falls die Vergleichsgruppen größer wären und eine vollständige Blockbildung zwischen den Nachkommengruppen vorliegen würde. Eine Überschätzung der Heritabilität kann daraus resultieren.

Einflüsse von Aufstallungsform sind nicht nachzuweisen. Dies würde lediglich eine ungleiche Verteilung der Tiere über die beiden Aufstallungsformen anzeigen.

Beim Wassergehalt bestehen keine Unterschiede zwischen Aufstallung und Jahreszeit. Die Ursache dafür dürften die standardisierten Versuchsbedingungen sein, unter denen die Versuchstiere gehalten werden. MÜLLER (1976) und KNEZEVIC (1971) kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Ein Einfluß des Wassergehaltes auf den Abrieb ist in dieser Arbeit nicht festzustellen; dies dürfte durch die geringe Streuung der gefundenen Werte zu erklären sein. PFLUG (1978) dagegen findet einen Wassergehalt zwischen 5 % und 45 % und folglich auch einen Einfluß auf den Abrieb der Klauen. Der Abrieb der Klauen ist bei sehr geringem und sehr hohem Wassergehalt am höchsten.

6.2 Züchterische Nutzenanwendung

Für eine züchterische Nutzenanwendung sollte das ausgewählte Merkmal objektiv erfaßbar sein. Bei der Nachkommenprüfung auf Station von Besamungsbullen und der Eigenleistung von Prüfbullen auf Station sind die Umweltbedingungen standardisiert, und damit sind Merkmalsunterschiede nicht so stark umweltbedingt wie bei der Feldprüfung, wo eine Korrektur auf systematische Umwelteinflüsse schwierig sein dürfte. Die Vergleichbarkeit über mehrere Jahre muß nicht gegeben sein, da als Vergleichsdurchschnitt das gleitende Stationsmittel verwendet werden kann. Der Meßfehler der Parameter ist nach Literaturangaben (LEUENBERGER et al. 1978) zu vernachlässigen. Die Bedingungen für eine objektive Erfassung der Informationen sind damit erfüllt. Nur die erblich bedingte Variation kann für die züchterische

Leistungsverbesserung einer Population ausgenutzt werden. In der Reinzucht werden vorwiegend nur die additiven Geneffekte genutzt. Der additiv genetische Varianzanteil an der gesamten phänotypischen Varianz kann durch die Heritabilität charakterisiert werden. Für die Merkmale werden nur beim DFV Heritabilitäten innerhalb Klauenpositionen mit einer Halbgeschwisteranalyse geschätzt. Für den Vorderwandwinkel werden Heritabilitäten in mittlerer Höhe gefunden (Vordergliedmaßen: $h^2 = 0,52$; Hintergliedmaßen: $h^2 = 0,35$). Beim Längenverhältnis schwanken die Heritabilitäten zwischen 0,16 bis 0,81, bei der Sohlenfläche zwischen 0,13 und 0,47. Für die Schätzung der Heritabilität werden die Werte beim Längenverhältnis und beim Vorderwandwinkel auf Teilspaltenboden korrigiert. Bei der Sohlenfläche ist keine Korrektur notwendig. Für den Abrieb wird nach der Korrektur auf den Zeittrend an der rechten Außenklaue der Hintergliedmaße eine Heritabilität von 0,83 gefunden. Dieser Wert dürfte überhöht sein. Wahrscheinlich dürfte der "wahre" Wert um 0,50 liegen; dies bestätigen auch die Ergebnisse von GRAVERT (1969), sofern ein genügend großes Material untersucht wird.

Auf eine Heritabilitätsschätzung beim DBV wird wegen der geringen Zahl an Nachkommen verzichtet. Für eine h^2 -Schätzung mit möglichst geringer Stichprobenvarianz ist eine bestimmte Nachkommengruppengröße nötig. Die Größe der Nachkommengruppen sollte $\frac{4}{h^2}$ betragen und ist damit mit 15 ± 3 Tieren pro Nachkommengruppe für die Schätzung der Heritabilitäten von mittlerer

Höhe ausreichend groß. Die Varianz zwischen den Nachkommengruppen könnte vermindert sein, weil die väterlichen Großeltern und Väter auch nach dem Exterieur ausgewählt werden. Für die Körung von Jungbullen ist unabhängig von den übrigen Leistungsergebnissen eine bestimmte Exterieurnote notwendig. Schwerwiegender Mängel an den Klauen oder Gliedmaßen können zum Zuchtausschluß führen. Die Selektion der Bullen durch die Exterieurnote dürfte dazu führen, daß nur eine Selektion von Bullen mit schweren Fehlern im Exterieur verhindert wird, während leichte Mängel durchaus in Kauf genommen werden.

Wenn ein rezessiver Erbgang und eine polygene Vererbung angenommen werden, führt eine Selektion der homozygoten rezessiven Merkmals-träger nur zu einer bedeutungslosen Änderung der Genfrequenz in der Population. Unter dieser Hypothese könnte ein Selektionseinfluß auf die Heritabilität ganz ausgeschlossen werden. Die Bullen werden dann meist zufällig an die Population angepaart. Diese An-paarung würde sich gegen die Varianzverminderung durch die Selektion der Väter auswirken.

Die Heritabilität eines Merkmals kann erhöht werden, wenn wiederholte Beobachtungen am selben Tier durchgeführt werden.

Die Messungen für die einzelnen Merkmale an verschiedenen Klauenpositionen können zusammengefaßt werden.

So erhält man für den Vorderwandwinkel eine Heritabilität von $h^2 = 0,50$, falls eine Wiederholbarkeit von 0,8 zwischen den beiden Klauenpositionen angenommen wird. Entsprechend erhält man für das

Längenverhältnis eine durchschnittliche Heritabilität von 0,62 mit $r = 0,8$ und für die Sohlenfläche eine durchschnittliche Heritabilität von 0,35 mit $r = 0,8$. Für das äußere Erscheinungsbild und die Formbewertung werden meist Heritabilitäten von etwa 0,50 ermittelt.

KRÄUSSLICH et al. (1970) finden eine Heritabilität von 0,31 für die Formnote, für die Widerristhöhe von 0,56 und für den Brustumfang eine Heritabilität von 0,52 bei den weiblichen Nachkommen von KB-Bullen in Bayern. Die gefundenen Heritabilitätswerte für die untersuchten Eigenschaften liegen in diesem Größenbereich. Die genetischen Standardabweichungen für die Klauenmaße unter Verwendung der durchschnittlichen Heritabilitäten liegen bei:

2,68° für den Vorderwandwinkel,

0,21 für das Längenverhältnis,

3,96 cm² für die Sohlenfläche.

An der genetischen Standardabweichung können die Selektionsmöglichkeiten in einer Population abgeschätzt werden. Ist die genetische Standardabweichung sehr gering, so sind die züchterischen Möglichkeiten begrenzt. Mit Hilfe des genetischen Variationskoeffizienten kann die relative züchterische Beeinflussung von mehreren Merkmalen verglichen werden. Er beträgt für die Milchmenge etwa 8% - 9%, für den Vorderwandwinkel 4,5%, für das Längenverhältnis 13,8% und die Sohlenfläche 8,4%. Eine Selektion auf diese Parameter wäre deshalb gut möglich. Im Vergleich dazu beträgt die genetische Standardabweichung für die Formnote 0,71 (berechnet aus der Arbeit von BRÜCKER, 1977). Die Formnoten wer-

den in Abstufungen von halben Noten verteilt, beginnend von der Note 0 bis zu 5. Die Selektionsmöglichkeiten sind dadurch sehr eingeschränkt. Der erreichbare züchterische Fortschritt pro Jahr wird neben der genetischen Standardabweichung, der Genauigkeit der Information, den Selektionsmöglichkeiten in einer Population und der Dauer des Generationsintervalles bestimmt. Die züchterisch möglichen Veränderungen werden am Vorderwandwinkel modellhaft im folgenden Abschnitt erläutert.

Der genetische Selektionserfolg, falls auf Winkelgröße selektiert wird, kann folgendermaßen geschätzt werden:

Werden 99%, 90% oder 50% der Bullen selektiert, so erhält man

folgenden genetischen Selektionserfolg: $\Delta G = i \cdot \sigma_g \cdot r_{Ai}$

99%: $\Delta G = 0,064^{\circ}$ pro Generation, falls anhand der Eigenleistung selektiert wird oder $0,009^{\circ}$ pro Jahr (Generationsintervall von 7 Jahren)

90%: $\Delta G = 0,36^{\circ}$ pro Generation oder $0,05^{\circ}$ pro Jahr

50%: $\Delta G = 1,51^{\circ}$ pro Generation oder $0,22^{\circ}$ pro Jahr

Selektion anhand der Eigenleistung und der Leistung von 15 väterlichen Halbgeschwistern

99%: $\Delta G = 0,084^{\circ}$ pro Generation oder $0,012^{\circ}$ pro Jahr

90%: $\Delta G = 0,47^{\circ}$ pro Generation oder $0,067^{\circ}$ pro Jahr

50%: $\Delta G = 1,97^{\circ}$ pro Generation oder $0,28^{\circ}$ pro Jahr

ΔG = genetischer Fortschritt pro Generation

i = Selektionsintensität

σ_g = genetische Standardabweichung

r_{Ai} = Genauigkeit der Zuchtwertschätzung

Die Selektion auf den Vorderwandwinkel dürfte wahrscheinlich verschiedene Klauen- und Gliedmaßenmerkmale beeinflussen. Zunächst wird vorausgesetzt, daß die Tiere eine völlig regelmäßige Gliedmaßenstellung haben. Werden Tiere mit zu kleinem Vorderwandwinkel gemerzt, so dürfte dies die Tiere betreffen, die ein schnelles Klauenhornwachstum haben, wobei das Horn eine hohe Abriebfestigkeit an der Dorsalwand aufweisen kann. Tiere mit größerem Vorderwandwinkel dürften ein durchschnittlich schnelles oder langsames Hornwachstum mit mehr oder weniger festem Klauenhorn haben. Tiere mit zu großem Winkel sollten jedoch nicht bevorzugt werden, weil hier die Möglichkeit bestehen könnte, daß Tiere mit weicherem Klauenhorn selektiert werden. Aus der Größe des Abriebes ist auf die Widerstandsfähigkeit des Klauenhorns gegen Abrasionskräfte des Stallbodens zu schließen. Die Abnutzung des Horns bei Rindern sollte proportional dem gemessenen Abrieb sein. Fütterung, Haltung sind konstant und haben damit keinen Einfluß. Die natürliche Abnutzung ist abhängig von der Wachstumsgeschwindigkeit und der Widerstandsfähigkeit des Horns. Man sollte unterscheiden zwischen dem Wachstum des Klauenhorns bei Tieren in ihrer gewohnten Umgebung und dem reaktiven Wachstum von Klauenhorn, wenn vermehrt Klauenhorn abgenutzt wird infolge veränderter Umweltbedingungen. Es ist möglich, daß die Tiere unterschiedlich schnelles reaktives Hornwachstum haben, was zu Interaktionen zwischen Klauenwachstum und Klauenabnutzung führen kann. Unter den standardisierten Versuchsbedin-

gungen sind keine derartigen Interaktionen zu erwarten. Geringes Wachstum von Klauenhorn und geringe Festigkeit des Klauenhorns dürften zu einem größeren Vorderwandwinkel führen, während schnelles Wachstum und hohe Festigkeit des Klauenhorns zu einem kleinen Vorderwandwinkel führen.

Ist die Gliedmaßenstellung nicht regelmäßig, so kann dadurch der Vorderwandwinkel beeinflusst werden. Bei Selektionen von Tieren mit sehr großem Vorderwandwinkel dürften Tiere mit steiler Stellung begünstigt werden. Dies sollte vermieden werden, wie auch eine Selektion von Tieren mit sehr kleinem Vorderwandwinkel, weil hier indirekt Tiere mit Bärenfüßigkeit ausgewählt würden.

Eine Selektion allein aufgrund der adspektorischen Beurteilung dagegen hat Nachteile. Die Erfassung der Merkmale ist in weit höherem Ausmaß von dem Beurteiler abhängig (KRÄUSSLICH et al. 1970). Weiterhin ist es schwierig die Information von den väterlichen Halbgeschwistern mit zu verwerten, weil nur eine geringe Variabilität zwischen den einzelnen Nachkommengruppen besteht. Es wäre auch schwierig einen Grenzwert für die Selektion zu finden. Die Zuverlässigkeit eines Grenzwertes wäre auch dann nicht sehr groß, wenn ein einfach rezessiver Erbgang zugrunde gelegt wird. Die Irrtumwahrscheinlichkeit für das Erkennen von Merkmalsträgern beträgt für eine Frequenz des rezessiven Gens von 0,1 – 0,3 und einer Gruppengröße von 15 Nachkommen 50% bzw. 16%. Bei einer kleinen Genfrequenz würden damit die Bullen, die Merkmalsträger sind, nicht erkannt. Wird das Merkmal durch mehrere rezessive

Gene beeinflusst, so steigt die Irrtumswahrscheinlichkeit für das Erkennen von Merkmalsträgern an. Es ist auch zu bedenken, daß die Wirksamkeit der Selektion gegen phänotypische Merkmalsträger auch von der Anzahl Allele eines Genortes und den beteiligten Genen abhängt. Je mehr Allele und Gene beteiligt sind an der Ausprägung eines Merkmals, umso geringer wird die Effizienz der Selektion. Die Selektion gegen Merkmalsträger wirkt sich dann kaum noch auf die Genfrequenz der Population aus und bleibt damit wirkungslos. Ab einem rezessiven tetrahybriden Erbgang ist die Selektion schon ohne Erfolg (GEHRKE 1969).

Die Wahl biologisch sinnvoller Parameter, die objektiv erfaßbar sind und mit Hilfe der quantitativen Genetik in der Zucht angewandt werden können, erscheint damit zweckmäßiger. Eine Kombination des Vorderwandwinkels mit der Abriebfestigkeit des Klauenhorns als Selektionsmerkmal für die Klauenqualität wäre anzustreben. Auch ist mit diesen Parametern wesentlich leichter ein Selektionserfolg zu erreichen als durch Merzung von Merkmalsträgern.

7. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird bei 527 Bullen die Gliedmaßenstellung und Klauenform adspektorisch beurteilt und der Winkel, das Längenverhältnis, die Sohlenfläche, der Wassergehalt und der Abrieb am Klauenschuh gemessen. 438 Tiere, die von 34 Vätern abstammen, gehören der Rasse Deutsches Fleckvieh und 89 Tiere, die von 10 Vätern abstammen, der Rasse Deutsches Braunvieh an. Die adspektorische Beurteilung der Gliedmaßenstellung und Klauenform erzielt folgende Ergebnisse:

Weder Rasse noch Aufstallungsform haben einen Einfluß auf die Gliedmaßenstellung der Vorderextremität.

An der Hintergliedmaße tritt beim Deutschen Fleckvieh signifikant häufiger steile Stellung auf als beim Deutschen Braunvieh.

Bei Tieren, die auf Teilspaltenboden gehalten werden, treten signifikant weniger regelmäßige, wie signifikant häufiger bärenfüßige Gliedmaßenstellungen an den Hinterextremitäten auf. Faßbeinigkeit findet sich in bestimmten Nachkommengruppen signifikant häufiger.

Die Gliedmaßenstellung hat einen Einfluß auf die Verteilung von Klauenformen.

Bei regelmäßiger Gliedmaßenstellung finden sich bei Teilspaltenbodenhaltung an der Vorderextremität mehr Scheren- und weniger Spreizklauen, bei Vollspaltenbodenhaltung mehr regelmäßige Klauenformen.

Bei steiler Stellung treten mehr regelmäßige Klauen und weniger Spreizklauen auf, bei Bärenfüßigkeit weniger regelmäßige Klauen.

Auf die Verteilung von Klauenformen hat die Rasse keinen Einfluß. Beim Vergleich Vordergliedmaße - Hintergliedmaße zeigt sich, daß an der Vorderextremität gehäuft Spreiz- und Scherenklauen, an der Hinterextremität gehäuft Rollklauen auftreten.

Die Aufstallungsform beeinflusst die Verteilung der Klauenformen. Bei Teilspaltenboden finden sich an der Vorderextremität vermehrt Scherenklauen, an der Hintergliedmaße mehr Rollklauen.

Pathologische Klauenformen treten in einzelnen Nachkommengruppen nicht gehäuft auf.

Bei der Messung des Vorderwandwinkels, der Sohlenfläche, des Längenverhältnisses, des Abriebs und des Wassergehaltes werden folgende Einflußfaktoren untersucht:

- Lokalisation (Vordergliedmaße - Hintergliedmaße)
- Rasse
- Haltung
- Jahreszeit
- Gliedmaßenstellung
- Klauenform

Lokalisation:

Bullen des DFV, die auf Teilspaltenboden gehalten werden, haben an der Hintergliedmaße einen signifikant kleineren Winkel.

Bei beiden Rassen und Aufstallungsformen besteht an der Hintergliedmaße ein größeres Längenverhältnis wie eine kleinere Sohlenfläche als an den Vordergliedmaßen. Die Lokalisation hat keinen Einfluß auf Abrieb und Wassergehalt.

Rasse:

Das DBV hat einen signifikant größeren Winkel, eine signifikant größere Sohlenfläche und an den Hintergliedmaßen ein signifikant kleineres Längenverhältnis als das DFV.

Die Rasse hat keinen Einfluß auf Abrieb und Wassergehalt.

Haltung:

Bei Vollspaltenbodenhaltung tritt ein signifikant größerer Winkel auf. Bei Teilspaltenbodenhaltung ist das Längenverhältnis an der Vordergliedmaße signifiaknt größer als bei Vollspaltenbodenhaltung. Auf die Sohlenfläche, den Abrieb und den Wassergehalt hat die Aufstallungsform keinen Einfluß.

Jahreszeit:

Die Jahreszeit hat keinen Einfluß auf die gemessenen Klauenparameter.

Gliedmaßenstellung:

Bärenfüßigkeit bewirkt einen signifikant kleineren Vorderwandwinkel und ein signifikant größeres Längenverhältnis.

Steile Stellung bewirkt bei Teilspaltenbodenhaltung einen signifikant größeren Vorderwandwinkel.

Tiere mit Roll- und Scherenklauen weisen bei Vollspaltenboden einen signifikant kleineren Winkel auf als Tiere mit Normalklauen. Rollklauen bewirken bei Bullen auf Vollspaltenboden ein signifikant größeres Längenverhältnis.

Roll-, Scheren- und Spreizklauen haben einen Einfluß auf die Größe der Sohlenfläche, der aber nur teilweise signifikant ist.

Zwischen dem Vorderwandwinkel und dem Längenverhältnis besteht bei beiden Rassen eine negative Korrelation,

bei der Vordergliedmaße $r = -0,4$,

bei der Hintergliedmaße $r = -0,1$.

Zwischen der Fläche und dem Winkel findet sich eine negative mittlere Korrelation von $r = -0,4$.

Die Korrelation zwischen der Fläche und dem Längenverhältnis beträgt $r = 0,1$.

Die Heritabilitätsschätzung ergibt für die einzelnen Parameter bei einer Wiederholbarkeit von $r = 0,8$ folgende durchschnittlichen Werte:

Vorderwandwinkel $h^2 = 0,50$

Längenverhältnis $h^2 = 0,62$

Sohlenfläche $h^2 = 0,35$

Die Schätzung der Heritabilität für den Abrieb ergibt einen Wert von $h^2 = 0,83$.

Daraus ergibt sich, daß eine züchterische Beeinflussung dieser Klauenparameter möglich ist.

8. SUMMARY

The posture of legs and forms of claws of 527 bulls are examined; the angle of anterior wall, the ratio of anterior wall to posterior wall, the area of sole, the water content and the wear of claws are measured. 438 bulls of Simmental cattle, descending from 34 sires and 89 bulls of Brown Swiss cattle, descending from 10 sires, are included in the analysis. Following results are obtained: Breed and housing system doesn't influence the posture of forelegs. Significant more animals of Simmental cattle stand steeper with hindleg in fetlock joint than Brown Swiss cattle. Bulls, which are kept on slotted floors, have significant less normal and significant more legs with hyperflexion of the fetlock joint in the hind legs. Some sires have significant more bandy legged progenies. The posture of leg influences the distribution of forms of claws. Bulls with normal posture of leg kept on slotted floors, have more long and crossed claws and less splayed claws in the fore leg, bulls kept in loose housing stables on slotted floors have more normal claws. When the bulls stand steeper in the fetlock joint, more claws of bulls are normal and less are splayed claws, when the bulls have legs with hyperflexion of the fetlock joint, less normal claws are registered. Between breeds no differences exist in the distribution of forms of claws. Comparing foreleg and hindleg more splayed claws and long and crossed claws are found in the foreleg, whilst more roll claws are

found in the hindleg.

The housing system influences the distribution of forms of claws. Bulls, kept on slotted floors, have significant more long and crossed claws in foreleg, significant more roll claws in hindleg.

The distribution of pathological forms of claws doesn't differ between progeny groups.

Following factors are investigated measuring the angle of anterior wall, the ratio of anterior wall to posterior wall, the area of sole, the water content and the wear of claws:

Localisation (foreleg or hindleg), breed, housing system, season, posture of leg, form of claw.

Localisation:

Bulls of Simmental cattle, kept on slotted floors, have a significant smaller angle of anterior wall in hindleg.

The ratio is always bigger in hindleg than in foreleg and the area of sole is always smaller in hindlegs than in forelegs.

The localisation doesn't influence the water content and the wear of claws.

Breed:

Bulls of Brown Swiss cattle have a significant bigger angle of anterior wall and area of sole, but in hindlegs a smaller ratio of anterior wall to posterior wall than bulls of Simmental cattle.

The breed doesn't influence the water content and the wear of claws.

Housing system:

Bulls kept in loose housing stables on slotted floors, have a significant bigger angle of anterior wall than bulls, kept on slotted floors. Bulls kept on slotted floors have a bigger ratio of anterior wall to posterior wall in foreleg.

The area of sole, the water content and the wear of claws is not influenced by the housing system.

Season:

The season doesn't influence the five measurements of claws.

Posture of leg:

Bulls with hyperflexion in the fetlock joint have a significant smaller angle of anterior wall and a significant bigger ratio of anterior to posterior wall.

Bulls, who are standing steeper in the fetlock joint, kept on slotted floors, have a significant smaller ratio of anterior wall to posterior wall.

Form of claw:

Bulls with splayed claws, kept on slotted floors, have a significant bigger angle of anterior wall.

Bulls with roll claws and long and crossed claws, kept in loose housing stables on slotted floors, have a significant smaller angle of anterior wall than bulls with normal claws.

Bulls with roll claws, kept in loose housing stables on slotted floors, have a bigger ratio of anterior wall to posterior wall. Long and crossed claws, splayed claws and roll claws influenced the amount of the area of sole, but only particular significant.

The correlation between angle of anterior wall and ratio of anterior wall to posterior wall is negative $r = -0,4$ (foreleg), $r = 0,1$ (hindleg).

The correlation between area of sole and angle of anterior wall is negative $r = -0,4$.

The correlation between area of sole and ratio of anterior wall to posterior wall is close to zero ($r = 0,1$).

Average heritability estimates with a repeatability of 0,8 are as follows:

Angle of anterior wall $h^2 = 0,50$;

ratio of anterior wall to posterior wall $h^2 = 0,62$;

area of sole $h^2 = 0,35$.

The heritability estimate for the wear of claws amounts to $h^2 = 0,83$.

9. LITERATUR

BERGER, G. (1976):

Bedeutung und Aufgaben eines Gliedmaßen- und Klauengesundheitsdienstes am Bezirksinstitut für Veterinärwesen
Monatshefte für Vet.Med. 31, 287 - 290

BOLLE, A. (1957):

Erbkrankheiten im Blickfeld des praktischen Tierarztes
Der Tierzüchter 9, 284 - 285

BOLLWAHN, W. und M. LAMPE (1980):

Beziehungen zwischen Stallboden und Klauenwachstum bei Schweinen
Tierärztl. Umschau 35, 326 - 332

BOUCKAER, J., W. OYAERT und F. DELODDERE (1958):

De Kurketrekker Klauw. Vlaams
T. Diergenesk. 27, 149 - 158

BRÜCKER, F. (1977):

Vorschlag für die Selektionszucht bei KB-Stieren
(zit. nach N. Künzi: Grundsätzliche Überlegungen zur Bestimmung
des Gesamtzuchtwertes für Tiere kombinierter Rassen.

13. Generalversammlung und Tagung der Europäischen Vereinigung
der Fleckviehzüchter 1979, Bern).

Dipolmarbeit, Zürich

CAMARA, S. (1970):

Untersuchungen über den Klauenabrieb bei Rindern

Kiel: Diss. agr.

CAMARA, S. und H.O. GRAVERT (1971):

Untersuchungen über den Klauenabrieb bei Rindern

Züchtungskunde 43, 111 - 126

DIETZ, O. und K. KOCH (1972):

Zur Klauengesundheit bei einstreuloser Haltung

Monatshefte für Vet.Med. 27, 269 - 273

DIETZ, O., H. GÄNGEL und K. KOCH (1971):

Die Erhaltung der Gliedmaßen und Klauengesundheit
unter modernen Produktionsbedingungen
Monatshefte für Vet.Med. 7, 241 - 246

DÜRRWAECHTER, L. (1960):

Züchtungsfibel
München, Bonn, Wien: BLV

FANKHÄNEL, A. (1921):

Untersuchungen der Bodenfläche bei Rinderklauen
und die Belastungsverteilung auf die Extremitätenpaare
Zentralblatt für Vet.Med., Reihe A 15, 845 - 858

FRITSCH, R. (1966):

Zur Entstehung und operativen Behandlung der Klauenkrank-
heiten des Rindes
Vet.Med. Nachrichten, 40 - 43

GEHRKE, E. (1969):

Vererbung der spastischen Frühparese und Vorderglied-
maßenverkrümmungen beim Rind
Math.-Nat.-R. 18, 405 - 419

GRAVERT, H.O., E. ROSENHAHN, U. RIEMANN und S. CAMARA (1969):

Die Erbllichkeit der Klauenabnützung bei Rindern

Züchtungskunde 41, 194 - 196

GREENOUGH, P.R. (1963):

Septic navicular Bursitis in the Feet of Cattle

XVII. Welttierärztekongress, Kongressbericht 1187

GRÜNER, J. (1972):

Einfluß der Fußbodengestaltung auf die Klauen- und Glied-
maßengesundheit bei Mastbullen

Monatshefte für Vet.Med. 27, 273 - 276

GÜNTHER, M. (1974):

Klauenkrankheiten

Jena: Fischer

GÜNTHER, M., R. KÄSTNER und H. SCHLEITER (1970):

Vorkommen und Verhütung von Klauen- und Gliedmaßen-
erkrankungen bei Spaltenbodenaufstallung

Monatshefte für Vet.Med. 25, 861 - 864

GÜNTHER, M., H. PANNDORF und H. SCHLEITER (1970):

Zum Problem der orthopädischen Überwachung von
Besamungsbullen

Monatshefte für Vet.Med. 15, 418 - 427

KNEZEVIC, P. (1959):

Untersuchungen über die beschleunigende Wirkung verschiedener Salben auf das Wachstum des Huf- und Klauenhorns
Wiener tierärztliche Monatsschrift 46, 70 - 92

KNEZEVIC, P. (1964):

Dehungsmessungen und Trocknungsversuche am Klauenhorn
des Rindes

Nord. vet.med. Suppl. 16, 306 - 307

KNEZEVIC, P. (1971):

Diseases of the Foot Associated with Housing Systems
Wiener tierärztliche Monatsschrift 58, 120 - 125

KOPPENHÖFER, K. (1940):

Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von pigmentiertem und unpigmentiertem Hufhorn der Klauentiere
Berlin: Diss.med.vet.

KOVACS, A.B. (1977):

Prinzipien und neue Geräte zur Klauenkorrektur bei
Rindern in Großbetrieben der VR Ungarn
Monatshefte für Vet.Med. 32, 463 - 469

KRÄLSSLICH, H., G. AVERDUNK, A. GOTTSCHALK, W. SCHMITTER
und E. SCHWARZ (1970):

Die Besamungszucht beim Rind in Bayern
Bayer. Landw. Jahrbuch 47, 3 - 85

LEUENBERGER, W., M. DOZZI und J. MARTIG (1978):

Meßfehler verschiedener Methoden zur Bestimmung der
Klauenbelastung und der Klauenform beim Rind
Zbl. Vet.Med. A, 25, 837 - 844

LUNGWITZ, A. (1881)

Beitrag zum Wachstum des Klauenhorns der Rinder
Der Hufschmied, 9, 36

MÄRTENS, H.D. (1976):

Erarbeitung eines Systems der Klauenpflege und der
Erhaltung der Klauengesundheit bei Milchkühen unter
der Bedingung halbjährlicher Stallhaltung und Halb-
jährlicher Weidegang
Chirurgia Veterinaria 12, 28 - 29

MÜLLER, G. (1976):

Untersuchungen des Feuchtigkeitsgehaltes des Klauen-
sohlenhornes bei verschiedenen strohlosen Haltungsvarianten
sowie dessen Beteiligung bei der Entstehung von Verände-
rungen und Erkrankungen der Klauen

Chirurgia Veterinaria 12, 156 - 157

MÜLLER, H.-W., G. SPINDLER und H. SCHLEITER (1976):

Messungen an Klauen von auf Vollspaltenboden gehaltenen
Mastkälbern

Monatshefte Vet.Med. 31, 693 - 689

NITSCH, W. (1974):

Untersuchungen über das Wachstum und die Abnutzung des
Klauenhornes bei Mastkälbern unter unterschiedlichen Auf-
stallungsvarianten

Chirurgia Veterinaria 11, 52 - 53

OSBURG, G. (1969):

Beiträge zu Untersuchungen der Limax beim Rind.
Der Elastin- und Prokollagengehalt der Lederhaut des
Rinderfußes

Hannover: Diss.med.vet.

PETERSEN, H. (1933):

Veränderungen an den Zehenknochen und ihren Gelenkflächen
bei der Stallklaue des Rindes
Leipzig: Diss.med.vet.

PFLUG, W. (1978):

Die Anpassung des Fleckviehs in Süd- und Südwestafrika
unter besonderer Berücksichtigung der Klauen
München: Diss.med.vet.

PIETSCH, H. und W. SCHAUER (1971):

Untersuchungen über den Wassergehalt im Klauenhorn bei
Rindern unter Berücksichtigung verschiedener Aufstallungs-
arten und über den Einfluß von Kupfersulfat und Formalin
auf die Härte des Klauenhorns
Dipolmarbeit: Humboldt Universität Berlin

POHLY, W. (1918):

Die Stallklauen der Rinder
Archiv für Tierheilkunde 44, 39

PRENTICE, D.E. (1973):

Growth an Wear Rates of Hoof Horn in Ayshire Cattles
Res. Vet. Sic 14, 285 - 290

RASCHEL, H. (1980):

Genetische Beeinflussung der löslichen Proteine des
Horns von Rinderklauen
München: Diss.med.vet.

ROSENBERGER, G. (1970):

Krankheiten des Rindes
Berlin und Hamburg: Paul Parey

SASSEN, D. (1936):

Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit pigmentierten
und unpigmentierten Hufhorns
Berlin: Diss.med.vet.

VAN SCHAIK, P. (1952):

Een langamerhand meer voorkomende afwijking bij ket
zwartboute Rund
T. Diergeneesk. 77, 908

VAN SCHAİK, P. (1960):

Een veel voorkomend Klauwgebrek bij ons
zwartbonte rundvee

T. Diergeneesk 85, 655

SCHLEITER, H. und M. GÜNTHER (1976):

Ein Beitrag zur Definition einiger Klauenformen des Rindes
Monatshefte Vet.Med. 22, 886 - 890

SCHMIDT, D. (1975):

Untersuchungen über Wachstum und Abnutzung des Klauenhorns
bei Milchkühen unter den Bedingungen einer Variante der
Gitterrosthaltung

Chir. Vet. 11, 55 - 56

SCHMOLDT, P. und H. HEYDEN (1973):

Ursachen für das Auftreten von Bewegungsstörungen bei
Jungrindern unter der Bedingung der Spaltenbodenhaltung
Monatshefte für Vet.Med. 28, 767 - 777

SYBESMA, R.P. (1960):

Klauwgebreken zijn veelal Beengebreen

T. Diergeneesk. 85, 1159

WESTHUES, M. und D. BREUER (1964):

Die Rollklaue des Rindes und ihre Beziehung zur Sehnen-
und Klauengelenksresektion

Berl.-Münch. tierärztliche Wochenschrift 77, 213

WALKOWIAK, E. (1977):

Untersuchungen zum Auftreten von Klauendeformationen bei Rindern
Monatshefte für Vet.Med. 32, 317

WALZ, J. (1980):

Histologische Untersuchung zur Erfassung der Klauen-
hornqualität beim Rind

München: Diss,med.vet.

WYSSMANN, E. (1931):

Klauenkrankheiten

Berlin, Wien: Urban und Schwarzenberg

ZIETSMANN, O. (1918):

Das Zehenendorgan der rezenten Säugetiere: Krallen,
Nagel, Huf

Schweiz. Arch. Tierheilkunde, 6, 241 - 272

D a n k s a g u n g

Herrn Professor Dr. H. Kräußlich danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas, die wertvollen Hinweise und die mir großzügig gewährte Unterstützung.

In gleicher Weise gilt mein Dank Herrn Professor Dr. K. Osterkorn für die Erstellung der Programme und die stets freundliche Anleitung.

Ebenso danke ich Herrn Dr. O. Distl für die bereitwillige Hilfe und gute Betreuung während der Anfertigung dieser Arbeit.

Der Tierzuchtforschung e.V. bin ich für die finanzielle Unterstützung dankbar, ohne die diese Arbeit nicht hätte durchgeführt werden können.

L e b e n s l a u f

Name: Peter, Demetrius Schneider

Geburtsdatum: 26. Mai 1951

Geburtsort: Ottobeuren/Allgäu

Eltern: Josef Schneider, Landwirt
Maria Schneider, geb. Lohr

1957 - 1961 Volksschule Ottobeuren

1961 - 1965 Hum. Gymnasium Ottobeuren

1965 - 1970 Hum. Gymnasium Buxheim/Iller

1970 - 1971 Wehrdienst

1971 Beginn des Studiums der Tiermedizin an der
Ludwig-Maximilians-Universität München

1976 Abschluß der tierärztlichen Prüfung

1976 - 1977 Assistent in zwei Praxen im Allgäu und
in Schleswig-Holstein

Seit Ende 1977 Angestellter beim Tiergesundheitsdienst Bayern,
Dienststelle Kempten/Allgäu

Seit Apr. 1978 Anfertigung der vorliegenden Doktorarbeit
aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene,
Lehrstuhl für Tierzucht der
Tierärztlichen Fakultät der Universität München

